Miroslav Milankov

Lečenje nespecifične infekcije kosti protočnom drenažom

Novi Sad, 1996

Miroslav Milankov

LEČENJE NESPECIFIČNE INFKECIJE KOSTI PROTOČNOM DRENAŽOM

Edicija:
PRAXIS MEDICA, knjiga 1

Izdavač:
OFFSET PRINT

Glavni i odgovorni urednik:
Mirjana Mitrović

RECENZENTI:
Prof.dr Aleksandar Jovanović
redovni profesor Medicinskog fakulteta u Novom Sadu
Prof.dr Žarko Bukurov
redovni profesor Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu

Tehnički urednik:
Vladimir Vukobratov

Štampa:
Point Press
Mitropolita Stratimirovića 6
Šremski Karlovci

Tiraž:
200 primeraka

Ovaj rad posvećujem
svojoj deci Vukadinu i Vasji,
supruzi Olgici i roditeljima.

CIP - каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад
616.71-002.1
МИЛАНКОВ, Мирослав
Lečenje nespecifične infekcije kosti protočnom drenažom / Miroslav Milankov i saradnici. - Novi Sad : Offsetprint, 1996 (Novi Sad:Offsetprint) .- 136 str.: ilustr. ; 24 cm. - (Medicinska knjiga)
Tiraž 200. - Bibliografija uz svako poglavlje.
а) Кости - Инфекција - Лечење - Проточна дренажа
0

Dr med. sci. Miroslav Milankov
specijalista za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju, asistent Medicinskog fakulteta u Novom Sadu, Klinika za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Instituta za hirurgiju Novi Sad

saradnici:

Dipl. ing. Maša Bukurov
diplomirani inženjer mašinstva, asistent Fakulteta tehničkih nauka, Institut za energetiku i procesnu tehniku Novi Sad

Dr med. sci. Goran Ercegan
specijalista za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju, docent Medicinskog fakulteta u Novom Sadu, Klinika za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Instituta za hirurgiju Novi Sad

Dr med. sci. Đorđe Janjić
specijalista za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju, redovni profesor Medicinskog fakulteta u Novom Sadu, Klinika za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Instituta za hirurgiju Novi Sad

Dr med. sci. Aleksandar Miličić
specijalista za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju, vanredni profesor Medicinskog fakulteta u Novom Sadu, Klinika za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Instituta za hirurgiju Novi Sad

Dr med. sci. Mirjana Mitrović
specijalista socijalne medicine, viši naučni saradnik Medicinskog fakulteta u Novom Sadu, Institut za zdravstvenu zaštitu Novi Sad

Mr med. sci. Dragan Savić
specijalista za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju, asistent Medicinskog fakulteta u Novom Sadu, Klinika za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Instituta za hirurgiju Novi Sad

Dr med. sci. Tibor Somer
specijalista za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju,redovni profesor Medicinskog fakulteta u Novom Sadu, Klinika za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Instituta za hirurgiju Novi Sad

Dr med. sci. Stevan Vukadinović
specijalista za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju, vanredni profesor Medicinskog fakulteta u Novom Sadu, Klinika za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju Instituta za hirurgiju Novi Sad

uvod 1

poglavlje1 5

Milankov M, Mitrović M.
Epidemiološki podaci i socijalno medicinski značaj nespecifične koštane infekcije

poglavlje 2 21

Milankov M, Somer T.
Istorijski pregled terapije nespecifične koštane infekcije i primene protočne drenaže

poglavlje 3 37

Milankov M, Miličić A.
Klinička slika i dijagnostika nespecifične koštane infekcije

poglavlje 4 53

Milankov M, Vukadinović S, Savić D.
Terapija nespecifične koštane infekcije

poglavlje 5 71

Milankov M, Bukurov M.
Teorijske osnove primene protočne drenaže

poglavlje 6 91

Milankov M, Janjić Dj, Ercegan G.
Klinička primena protočne drenaže

poglavlje 7 111

Milankov M, Bukurov M.
Eksprerimentalno istraživanje
delovanja protočne drenaže

Iako se o koštanoj infekciji zna od najranijih vremena ljudske civilizacije, ona i danas predstavlja aktuelan problem savremene traumatologije i ortopedije. Razvojem industrije, automatizacije, brzim tempom života i ratovima povećava se broj povreda lokomotornog sistema, koje su ne retko mutilantne i opsežne, kontaminirane bakterijama, te je i infekcija koštano zglobnog sistema učestalija.

U vremenu dominacije konzervativnog metoda lečenja povreda i obolenja koštano-zglobnog sistema učestalost pojave postoperativne infekcije je bila mala, a uspeh u njenom lečenju nezadovoljavajuć. Značajnijom primenom operativnog načina lečenja hirurgija koštano-zglobnog sistema započinje se naglim razvojem. Pre devet decenija hirurški zahvati su bili praćeni mnogim komplikacijama i velikim rizikom. Pojava infekcije bila je, ako ne sinonim za smrt, ono sigurno njena sestra bliznakinja.

Postoperativna infekcija kosti predstavlja najtežu komplikaciju operativnog lečenja u traumatologiji i ortopediji. Ona zahteva dugotrajno, skupo lečenje, i često je praćena trajnim invaliditetom. Dužina lečenja, učestalost recidiva, veliki broj operacija, sociopsihološke posledice po bolesnika i njegovu okolinu, kao i strah od eventaulne potrebe za amputacijom, daju ovom obolenju rdjavu reputaciju.

O infekciji kosti je do sada mnogo rečeno, ali je još uvek dosta nerazjašnjenog u patofiziologiji, dijagnostici i načinima lečenja. Primena protočne drenaže, kao dopunske metode u lečenju koštane infekcije, počela je krajem prošlog veka, ali pun zamah dobija tek šezdesetih godina ovog veka, kada su stvoreni svi potrebni tehnički preduslovi. Vileneger i Rot (***Willeneger, Roth***) su je popularizovali. Metoda koju su oni opisali pretrpela je do sada mnoge modifikacije, ali je u suštini ostala nepromenjena, te se i danas u savremenoj kliničkoj praksi primenjuje. Iako metoda nije nova, i danas su prisutne dileme o vrednosti i najoptimalnijem načinu njene primene.

Najčešće korišćeni termin za protočnu drenažu je engleski "closed suction irrigation" koji podrazumeva specifični sistem drenova plasiranih u ranu za kontinuirano postoperativno ispiranje. U literaturi se nalaze izrazi za natapanje rane tečnošću: latinski-irrigatio, nemački-irrigation ili spulung, engleski-irrigation, rinsing ili flushing, francuski-irrigation ili lavage, italijanski-irrigazione, ruski-promivanije ili irrigacija, koji svi označavaju ispiranje. Odvodjenje tečnosti se naziva: latinski-succio, nemački-saugen, engleski-suction ili sucking, francuski-succion ili sucement, italijanski-succhiamento, ruski- sosanie ili vsasivanie; koji podrazumevaju sisanje.

Epidemiološki podaci i socijalno medicinski značaj nespecifične koštane infekcije

Milankov Miroslav
Mitrović Mirjana

Ubrzani tempo savremenog načina života i brojne svakodnevne aktivnosti stvaraju mogućnost za povredjivanje koje zahteva hirurško lečenje, čime se otvara i mogućnost pojave komplikacija kao što je infekcija. Infekcija, septikemija i septični šok su ozbiljni prateći problemi kod nekih hirurških bolesnika, a posebno kod onih sa politraumom, teškim opekotinama, malnutricijom i lošim opštim stanjem.

Infekcija kosti je aktuelni problem ortopedije i traumatologije. Pored dinamike pojavljivanja i učestalosti u strukturi ukupnog i specifičnog morbiditeta i mortaliteta, poseban socijalno medicinski i epidemiološki značaj infekcije kosti sagledava se uplivom na kvalitet života obolelog, što podrazumeva zdravstvene, psihološke, ekonomske i socijalne posledice, kao i niz vrlo osetljivih interakcija izmedju obolelog i njegovog životnog okruženja.

Infekcije kosti zahtevaju dugotrajno, uporno i skupo lečenje. Često puta mogu biti uzrok invaliditeta. Poznavanje svih aspekata ove bolesti omogućava brižljivu pripremu i ostvarivanje mera prevencije, kako u preoperatvnom, tako i u postoperativnom toku. To podrazumeva, pre svega, delovanje na različitim nivoima Vogralikovog lanca infekcije.

Hirurška mikrobiologija dobija na značaju od vremena Pastera (***Pasteur***) i Listera (***Lister***), da bi poslednjih godina, radovima Altmejra (***Altemeier***), postala predmet interesovanja

i izučavanja mnogih hirurga. Postoji veliki broj istraživanja u hirurškoj mikrobiologiji koja razmatraju tretman prevencije post-operativne infekcije antibioticima u korelaciji sa opštim statusom bolesnika i faktorima rizika nastanka nespecifičnih infekcija vezanih za posttraumatski period. Faktori rizika nastanka i razvoja infekcije vezani za bolesnika su: pol i starost, gojaznost, nutritivni status, prisustvo infekcije i kortikosteroidna terapija.

U okviru preventivnog tretmana infekcije neophodno je obratiti pažnju na: striktnu opservaciju i značaj aseptične tehnike; adekvatnu hiruršku tehniku, atraumatsku što je moguće više, bez kontaminacije, stvaranja hematoma i neophodnih stranih tela; adekvatnu drenažu fokusa infekcije; korektnu upotrebu antibiotika u profilaksi.

Osnovu terapijskog uspeha lečenja infekcije čini rana i brza dijagnostika koja podrazumeva, pre svega, adekvatnu, permanentnu i sistematsku kliničku opservaciju bolesnika.

Osteomijelitis Pod pojmom osteomijelitis ili osteitis podrazumeva se infekcija koja različitim intenzitetom zahvata koštano tkivo. Naziv osteitis uveo je Fridrih (***Fridrich***), da bi na taj način izraz osteomijelitis bio rezervisan za hematogeno nastale procese. U literaturi se uz taj naziv susreću i drugi kao npr.: postraumatski osteomijelitis, postraumatski osteitis, ostitis, i svi označavaju isto-upalni proces na kosti.

Na osnovu patogeneze lezije, Valdvogel ***(Waldvoge***l) je klasifikovao osteomijelitise u tri grupe:

1. hematogeni ostreomijelitis;
2. sekundarni osteomijelitis (posle preloma kosti sa ili bez izvršene osteosinteze i postoperativni osteomijelits bez preloma kosti);
3. osteomijelits udružen sa perifernim vaskularnim bolestima.

Postraumatska ili egzogena infekcija kosti može nastati kao posledica traume (saobraćajne nezgode, povrede na radu, sportske povrede, kućne povrede, ratne povrede), ili postoperativno posle osteosinteza preloma, korektivnih operacija ili aloartroplastičnih zahvata na zglobovima.

Na nastanak i razvoj osteomijelitisa, kod svakog pojedinačnog bolesnika, utiče niz faktora kao što su: odbrambeni sistem bolesnika, virulentnost i osobine bakterija, vrsta preloma, operaciona sala, operacioni tim, operativna tehnika, veličina i trajanje operacije.

Učestalost osteomijelitisa U literaturi postoji vrlo mnogo statističkih podataka o učestalosti koštano zglobne infekcije, koji se često medjusobno razlikuju, što je posledica, ne samo neujednačenih kriterijuma, već, pre svega, različitog bolesničkog materijala i različitih metoda lečenja. Uopšteno se može reći da bi očekivani procenat infekcije kosti, pod najoptimalnijim uslovima, trebalo da iznosi, kod čistih ortopedskih zahvata i aloartroplastika zglobova 1 %, osteosinteze zatvorenih preloma oko 2 %, a posle otvorenih preloma manje od 10 %.

Najupečatljiviji znak neuspeha lečenja bolesnika sa infekcijom kosti je sekrecija iz fistule. Ona psihološki najviše opterećuje bolesnika i utiče na kvalitet njegovog života. Stalna sekrecija iz fistule zahteva svakodnevno previjanje bolesnika u regionalnoj ambulanti, uzimanja bio i antibigrama, ordiniranje odgovajućih antibiotika, što zahteva dobru saradnju lekara opšte prakse i ortopeda.

Faktori nastanka i održavanja infekcije kosti

Infekcija je posledica prisustva bakterija, ali i poremećaja fiziološkog zarastanja rane, što zavisi od mnogih opštih i lokalnih uslova.

Pol je značajan za prognozu eventualne postoperativne infekcije. Organizam žene je otporniji prema infekciji jer se u toku života više puta, iz fizioloških razloga, nalazi u borbi protiv infekcije. Odnos izmedju polova na posmatranom materijalu je 2,46:1 u korist muškaraca, bez statistički značajne razlike izmedju polova u odnosu na lokalni nalaz (Tabela 1). Veća zastupljenost muškaraca posledica je većeg traumatizma muškaraca u četvrtoj i petoj deceniji života, dok je u kasnijem životnom dobu ta razlika manje izražena. Ova pojava se uočava i u izveštajima drugih autora.

Starost Porast životnog standarda u većini zemalja u drugoj polovini dvadesetog veka, pa i kod nas, doveo je do produženja ljudskog veka. Pojava omasovljavanja hroničnih

obolenja vezana je najčešće za starosnu grupu iznad 60 godina. Starost bolesnika je od izvanrednog značaja za zarastanje rana i mogućnost nastanka infekcije. Ostareli organizam raspolaže umanjenom kondicijom, a imunološke snage su mu slabije. Statistički podaci ukazuju na povećanje broja postoperativnih infekcija kod starijih osoba i do 12 %.

	muški	***ženski***
Sanirana	57 (76.00 %)	21 (70.00 %)
Crvenilo	12 (16.00 %)	6 (20.00 %)
Fistula	6 (8.00 %)	3 (10.00 %)
	Hi^2 = 0.40 **p = 0.81**	

Tabela 1.

Hronična degenerativna obolenja, obolenja kardiovaskularnog, respiratornog, urogenitalnog i lokomotornog sistema, kao i druga hronična obolenja koja se javljaju u starijem životnom dobu, mogu direktno da utiču na postoperativni tok i pojavu infekcije. Lokalni uslovi za hiruršku intervenciju su, takodje, nepovoljniji kod ovih bolesnika: usporenost periferene cirkulacije, hipotonija mišića, smanjena elastičnost tkiva, venska staza, i izraženi postoperativni hematomi stvaraju uslove za

razvoj infekcije. Infekcija kod starijih osoba ima karakteristike pozne infekcije, koja se klinički manifestuje 12 i više meseci posle operativne procedure, sa laganim tokom, bez burnih znakova za postojanje zapalenja, zbog znatnog pada imunološke odbrane organizma.

Istraživanja radjena na Klinici za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju u Novom Sadu, praćenjem lokalnog nalaza postoperativnog lečenja, ukazala su da starost pacijenta nema uticaja na rezultat lečenja infekcije kosti. Provera uticaja starosti na lokalni nalaz pokazala je da nema statistički značajnih razlika u starosti ispitanika u pojedinim kategorijama nalaza za celokupni uzorak (F=0,445, p=0,64, n.s.), iz čega se može zaključiti da starost ovog uzorka ispitanika ne utiče na lokalni nalaz (Tabela 2).

	broj
Sanirana	78
Crvenilo	18
Fistula	9
U K U P N O	***105***

Tabela 2.

Malnutricija deluje na smanjenje otpornosti organizma. Hipoproteinemija izaziva krvarenje, prolongira eventualnu sepsu i produžava vreme zadržavanja upalnog eksudata.

Agamaglobulinemija, kao izraz nedostatka izvesnih proteina potrebnih u odbrambenim imunološkim reakcijama, znatno smanjuje sposobnost organizma u borbi protiv infekcija.

Hipovitaminoze potpomažu nastanak i razvoj infekcija. Manjak vitamina C pogoduje krvarenju u ranu i okolinu, zaustavlja fibroplaziju, doprinosi stvaranju seroma i hematoma. Takodje, vitamin C utiče na dehiscenciju i disrupciju rane. B vitamin je značajan u borbi i oporavku od stresa. A vitamin učestvuje u održavanju integriteta epitela i favorizuje epitelizaciju. Vitamin K kontroliše krvarenje. D vitamin je odgovoran i angažovan pri resorpciji kalcijuma i njegovoj ugradnji u kosti. Metaboličke bolesti su usko povezane sa količinom vitamina.

Hronične bolesti Bolesti kardiovaskularnog sistema imaju značajnu ulogu u nastanku inficiranih pseudoartroza i osteomijelitisa. Bolesti krvnih sudova, kardijalna dekompenzacija, anemija, smanjeni volumen krvi, uz lokalni otok, otežavaju zarastanje rane i pogoduju nastanku infekcije. Urogenitalni trakt je mesto hronične infekcije i predstavlja latentnu opasnost u postoperativnom toku. Smanjena i oštećena funkcija bubrega dovodi do uremije i otežanog zarastanja operativne rane. Respiratorni sistem, pored toga što može biti sedište hronične infekcije, u slučajevima smanjene oksigenacije krvi i hipoksije tkiva, stvara uslove za razvoj bakterija u postoperativnoj rani. Endokrine bolesti ne utiču značajno neposredno na

proces konsolidacije kosti, mada obolenja ovog organskog sistema dovode do promena na tkivima i organima što smanjuje otpornost prema infekciji.

	Staph.aur	*Mešana inf.*	*Gram neg.*	*Staph.epid.*
Sanirana	57	4	12	5
Crvenilo	9	4	4	1
Fistula	7	—	2	—
UKUPNO	**73**	**8**	**7**	**2**

Tabela 3.

Lokalni uzroci Lokalno stanje krvotoka je od prvorazrednog značaja za ispravno zarastanje rana i borbu protiv infekcije. Lokalni krvotok, osim centralnog upravljanja i zavisnosti od opštih uslova cirkulacije, nalazi se pod uticajem toksina, fermenata, otoka i infekcije. Na njega utiču staza, zatvaranje volumena krvnih sudova (tromboza, embolija), ishemija zbog pritiska, poremećaj oksidacije i bolovi. Edem i limfatična opstrukcija sa stazom limfe otežavaju zarastanje rana i pogoduju infekciji.Ćelijski metabolizam je usporen, a lokalna staza pogoduje stvaranju edema. Preti opasnost trofičkih poremećaja, stvaranja ulcera itd., što dalje komplikuje fibrozu, odnosno fibrozaciju i cikatrizaciju. Lokalni raspad tkiva uz nekrozu, takodje, pogoduje razvoju infekcije. Strana tela u području opera-

tivnog zahvata značajno utiču na zarastanje rane i odbranu od infekcije. Postojanje infektivnog žarišta na koži u znatnoj meri povećava mogućnost nastanka postoperativne infekcije.

Uzročnik infekcije. Ispitivanje učestalosti pojedinih uzročnika infekcije, u odnosu na lokalni nalaz, ispitivanog uzorka bolesnika na Klinici na ortopedsku hirurgiju i traumatologiju u Novom Sadu ukazuje da ne postoji statistička značajnost u povezanosti uzročnika i lokalnog nalaza (Hi-kvadrat=8,70; p=0,19; n.s.) (Tabela 3).

Dominira stafilokokus aureus, izolovan kod 78,8 % pacijenata, gram negativni organizmi su nadjeni kod 13,5 %, mešana infekcija stafilokokusom aureusom i gram negativnim bakterijama kod 3,8 %, a uslovno patogeni stafilokokus epidermidis kod 3,8 % bolesnika. Najčešće izolovani uzročnik infekcije je stafilokokus aureus, što je u saglasnosti sa ranijim rezultatima na ovoj Klinici, kao i objavljenim podacima drugih autora (50-90 %).

Visoko učešće zlatnog stafilokoka usko je vezano za imunitet prema stafilokoknoj infekciji. Na osnovu činjenice o postojanju recidivantnih stafilokoknih infekcija kod čoveka, moglo bi se reći da oni ne stimulišu imunitet. Medjutim, postojanje prirodnih antitela u krvi ljudi protiv stafilokoknih klica i njihovih toksina jasno ukazuje na postojanje jednog stanja povećanog imunološkog odgovora, što se potvrdjuje i mogućnošću veštačke imunizacije protiv stafilokoka. U patogenezi stafilo-

koknih infekcija javljaju se dva potpuno različita faktora, imunitet i alergija. Koji će od ova dva faktora biti jače izražen zavisi od mnogih uslova vezanih za domaćina i klicu.

Infekcija gram negativnim klicama češća je kod bolesnika sa primarno otvorenim prelomima, kod kojih je kontaminacija veća. Takodje, kod bolesnika koji su podvrgnuti većem broju operacija mogućnost supreinfekcije gram negativnim klicama je veća.

	broj	*trajanje (meseci)*
Sanirana	78	11.08
Crvenilo	18	12.38
Fistula	9	13.38
U K U P N O	**105**	**11.60**

Tabela 4.

Analiza varijanse za prosečno trajanje infekcije po kategorijama nalaza za celokupni uzorak ukazuje da razlike u trajanju infekcije kod pacijenata sa različitim lokalnim nalazom nisu statistički značajne ($F=0,129$, $p=0,88$, n.s.). Svaki pad otpornosti organizma usled neke druge bolesti ili povrede, može dovesti do razbuktavanja procesa na kosti. Infekcija kosti je bolest sa dugim tokom i nikada se ne može u potpunost biti siguran da je proces u celosti saniran. Stanković i sar. u seriji

od 320 slučajeva posttraumatskog osteomijelitisa, iznose da se recidiv bolesti javlja kod 74,3 % bolesnika, nekada i posle dve ili tri decenije dugog asimptomatskog perioda. Dugotrajana infekcija (Tabela 4) pored uticaja na organizam u celini, ima i svoje lokalne manifestacije. Stalna sekrecija na mestu fistule, može dovesti do lokalne maligne alteracije, naročito kod bolesnika gde taj proces traje 20 i više godina. Lidgren i Torholm ističu da takva mogućnost postoji kod 0,5 % bolesnika sa dugotrajnom sekrecijom iz fistule.

Preoperativna priprema pacijenta. U toku opšte preoperativne pripreme pacijenta neophodno je pronaći i ukloniti infekcije disajnih, mokraćnih i digestivnih puteva, koje bi u postoperativnom toku mogle da prouzrokuju infekciju. Takodje, neophodno je pronaći i sanirati udaljene fokuse moguće infekcije, kao što su upaljene tonzile, karijes, impetiginozne i druge infekcije. U toku lokalne preoperativne pripreme pacijenta potrebno je ukloniti ragade, piodermije i furunkule u predelu operativnog polja. Nakon toga trebalo bi sprovesti korektno mehaničko i hemijsko čišćenje i sterilizaciju predela operativnog zahvata.

Operaciona sala za koštanu hirurgiju mora zadovoljavati stroge kriterijume asepse i antisepse. Počevši od arhitektonskih karakteristika operacionog bloka, opremljenosti sale uredjajima i aparatima za sterilizaciju, kao i besprekornim održavanjem čistoće. U velikim traumatološkim i ortopedskim

ustanovama danas se koriste sale sa sterilnim vazduhom, a operiše se u skafanderima, čime je postotak postoperatvnih infekcija smanjen na ispod 1 %.

Operacioni tim mora biti osposobljen i pripremlúkn za rad u koštanozglobnoj j hirurgiji. U sali bi trebalo da bude samo neophodno osoblje, a kretanje bi trebalo smanjiti na minimum. Opterećenost i nepotrebne komunikacije u operativnom bloku zagadjuju atmosferu što, sa povećanjem dužine trajanja operacije, povećava rizik nastanka infekcije.

Operativna tehnika. Izbor odgovarajućeg anatomskog pristupa mestu preloma, vrste osteosinteze kojom će se dobiti rigidna stabilnost ulomaka sa što manjim deperiostiranjem kosti i oštećenjem okolnih mekih tkiva, značajno doprinose smanjenju mogućnosti za nastanak infekcije posle osteosinteze. Dugotrajna izloženost operativnog polja spoljašnoj sredini olakšava bakterijsku kontaminaciju i povećava rizik od nastanka postoperativnih infekcija, te je potrebno voditi računa o dužini trajanja operativnog zahvata.

Postoperativna nega važna je koliko i preoperativna priprema pacijenta i sam operativni zahvat. Velike, prenatrpane, bolesničke sobe sa lošom ventilacijom i higijenskim uslovima, kao i nepravilnosti u toku previjanja postoperativne rane doprinose nastanku intrahospitalne infekcije.

Posebno je važno istaći značaj saradnje pacijenta i njegovu želju za bolji, brži i uspešniji oporavak. Izostanak saradnje i razumevanja izmedju pacijenta i operatora dovodi do neuspeha u lečenju i nastanku komplikacija.

LITERATURA

1. Milankov M. Protočna drenaža u lečenju infekcije kosti. Doktorska disertacija, Novi Sad, 1994.
2.WorkShop: Antibiotics and Surgery. National Board of Health and Welfare Drug Information Committeee, Sweden, 1984.
3.Koržinek J. Posttraumatski osteitis. Zbornik radova, Split, 1980.
4.Matasović N. Zdravstveno stanje bolesnika i mogućnost postoperativnih infekcija. Acta Orthop. Iugosl 1973; 1: 15-20
5.Janković B, Zlatić V, Nedeljković J. Postoperativne infekcije u koštano zglobnoj hirurgiji starih osoba. Acta Orthop. Iugosl. 1973 ; 1: 47-51
6.Babac V, Milošević D, Šaranović G, Ivašević D, Manojlović V. Uzroci nastanka infekcije hirurških bolesnika starijeg životnog doba podvrgnutih opertivnom lečenju lokomotornog sistema, Zbornik radova XVI ortopedski i traumatološki dani, Priština, 1986: 57-8.
7. Pšorn V. Vrednost preopertaivne pripreme i posoperativne njege u sprečavanju infekcija u ortopedskoj kirurgiji. Acta Orthop. Iugosl.1973; 1: 21-4.
8.Cheatle MD. The effect of chronic orthopedic infection on quality of life. Orth.Clin. of North America 1991;22(3): 539-46.
9. Harriet WH, Hunt TK. Wound repair and nutrition, musculoskeletal infection. American Academy of Orthopaedic Surgeons Symposium 1990: 329-41.

Istorijski pregled terapije nespecifične koštane infekcije i primene protočne drenaže

Milankov Miroslav
Somer Tibor

Prvi opis infekcije kod otvorenog preloma nadjen je u Smitovom (***Smith***) papirusu, koji datira iz perioda izmedju 5000 i 3000 godina pre nove ere. U starom Egiptu bio je poznat pojam "gnojne sekrecije" iz koštane šupljine. Lečenje bolesti se sastojalo u imobilizaciji ekstremiteta, komadima kore drveta obavijanim lanenim zavojima premazanim asfaltom, i postavljanjem obloga od biljnih i životinjskih ekstrakata na obolelu regiju. Stari Kinezi su obolelo mesto spaljivali različitim biljem ili komadićima drveta. Tako nastala opekotina izazivala je zapaljensku reakciju koja je "lovila infekciju". Ovu varvarsku metodu lečenja, koja je korišćena više vekova, čak je i Dipitren (***Dupuytren***) savetovao za lečenje infekcije kosti.

Hipokrat ***(Hipocrates, 3-2. vek pre n.e.)*** je u slučajevima koštane infekcije savetovao odmor i imobilizaciju obolelog ekstremiteta. Smatrao je da sekvestar ne treba hirurški odstranjivati, već čekati njegovo spontano odbacivanje. Galen (***Galenus, 131. god. pre n. e.***) u svojim zapisima iznosi da je gnojenje neophodno u svakom lečenju infekcije "pus bonum laudabile".

Hirurzi starog Rima, Celzus i Antilije ***(Celsus, Antyllus, 1. pre n.e.)*** su vrlo precizno opisali način sekvestrektomije i ekscizije nekrotične kosti, korišćenjem užarene metalne poluge.

Oni su savetovali otvaranje medularnog kanala, posle uklanjanja sekvestra, da bi se ubrzala koštana konsolidacija.

Teodorić (***Teodoric, 1266***) je preporučivao vinske obloge, a Demondevil (***De Mondeville, 1260-1320***) je, posle mehaničkog čišćenja, vršio trajno ispiranje prokuvanom vodom. Sistem ispiranja "kap po kap" koji je osnova savremene tehnike ispiranja po Papinou (**Papineau**) ili lavaže prema švajcarskoj školi, bio je korišćen već u 13. veku.

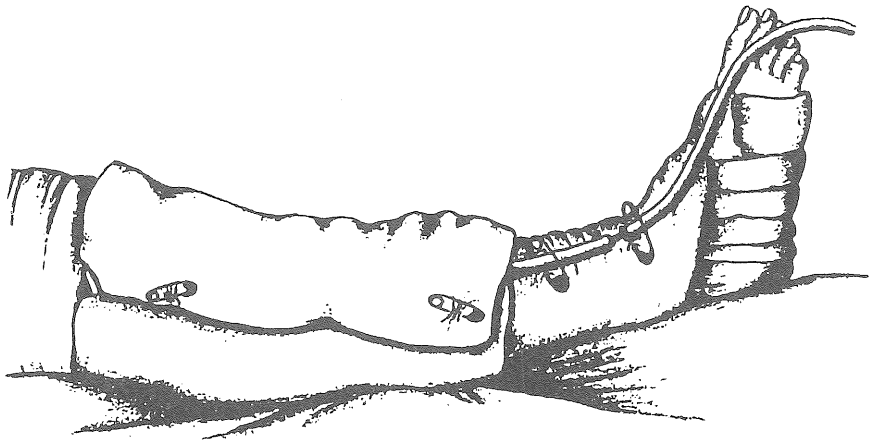
Srednjevekovni srpski narodni vidari su tokom ratova sa Turcima stekli veliko praktično iskustvo u obradi rana. Rane su prvo ispirali rakijom, a potom zaustavljali krvarenje usitnjenim duvanom, paučinom i dr. Zatim su na rane stavljali meleme od životinjskih masti. Ukoliko su očekivali da rana "procuri", držali su je otvorenom pomoću fitilja. U cilju lakšeg zarastanja u rane su vrlo često stavljali plesni. Raspolagali su posebnim metalnim instrumentom za vadjenje metaka iz rane. Ustrelne rane su čistili rakijom i vrućim uljem. Kod intervencija gde su očekivani veći bolovi, ranjenike su opijali rakijom. Kod preloma kostiju poznavali su pravilnu imobilizaciju. Za ove potrebe koristili su daščice odgovarajuće veličine, ali i smese koje su u toku sušenja stvrdnu (belance, strugani sapun, konoplja, smrvljena opeka).

U XIV veku francuski vojni hirurg Pare ***(Pare)*** i nemački hirurg Šultetus (***Schultetus***) insistirali su na čišćenju osteomijelitičnog žarišta, odstranjenju obolele kosti i povišenom položaju imobilisanog ekstremiteta. Paracelzus (***Paracelzus, 1493-1541***) ističući isceljiteljsku snagu prirode zastupa antiseptički i konzervativni princip u obradi rana.

Hirurg Džon Hanter ***(Hunter, 1728-1793)*** proučavao je patofiziologiju infekcije kosti kod životinja i prvi je objavio tačan način formiranja sekvestra. On je takodje istakao značaj imobilizacije obolelog ekstremiteta. Za to vreme, njegov britanski kolega, Vilijam Hej (***Hey***) je lečio osteomijelitise otvorenom metodom i vršio sekvestrektomije pomoću posebno konstruisanog instrumenta u vidu testere.

U časopisu Lancet, Lister je 1867. objavio članak pod nazivom : "O novom metodu lečenja složenih preloma, apscesa i sličnog", čime je otvorio novu stranicu u istoriji medicine. Dve godine kasnije, Paster (***Pasteur***) je otkrio patogenu ulogu bakterija, i time je otpočela nova era u razvoju medicine, posebno hirurgije. Na medicinskoj akademiji 1880. godine, Paster je prikazao jedan slučaj osteomijelitisa u kojem je našao mikroorganizam sličan onom kod furunkula i izjavio: "Ako bih smeo slobodno da se izrazim, rekao bih da nalaz u ovom slučaju osteomijelitisa odgovara furunkulu u koštanoj srži".

Nemački hirurg Franc Kening ***(Koening, 1873)*** je opisao prvi sistem stalne irigacije i drenaže "sa zatvorenom kožom", koji se sastojao iz dva drena, ulaznog i izlaznog. On je kod postraumatske infekcije kosti, gde je bila neizbežna dezartiku-



Slika 1

lacija kuka, uveo dvostruki dren u medularni kanal, i ispirao ga rastvorom cinkhlorida. Takodje je postavljao drenažu i u meka tkiva u blizini gnojnog žarišta, i zatvarao ranu. To mu je služilo za kontrolu gnojenja i eventaulnu pojavu "aktivnih granulacija". Sedam godina kasnije amerikanac Marko (***Markoe***) opisao je

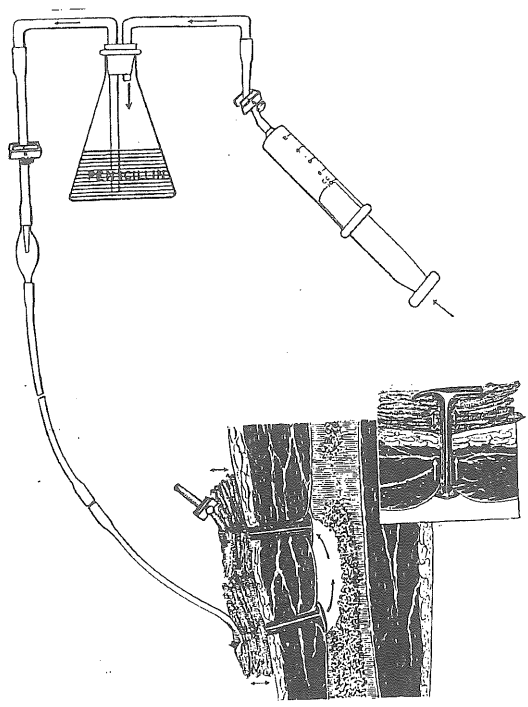
isti sistem, dok je Hamilton (***Hamilton, 1882***) pokazao da u slučajevima nemogućnosti zatvaranja kože posle sekvestrektomije, treba primeniti otvoreno ispiranje žarišta "kap po kap".

Veliki doprinos u borbi protiv postoperativne infekcije dali su Poljak Mikulić (***Mikulicz, 1880.***), koji je uveo u upotrebu sterilne rukavice od belog platna, i amerikanac Halsted (***Halsted, 1890.***) koji je prvi upotrebio pri operacijama sterilne rukavice od tanke gume.

Nepremostivi problem za hirurge koji su se bavili lečenjem koštane infekcije bio je rešavanje defekta kosti, nastalog posle čišćenja osteomijelitičnog žarišta. Džordan (***Giordan, 1891***) je u tu svrhu koristio komad gvoždja, Mosting i Morhof (***Mosseting, Morhof, 1891***) jodoform cetaceum, Ledenti (***Le Dentu***) dekalcifikovanu kost, Šulten (***Shulten***) mišićno tkivo, Dresman (***Dressmann, 1893***) sterilni gips, a Necara (***Netzara, 1904***) sterilni pesak. Svi pokušaji bili su bezuspešni.

Zatvorena drenaža sa ispiranjem upotrebljavana je posle Keninga uglavnom za lečenje apscesnih šupljina. U prvom svetskom ratu Karel (***Carrel***) je za lečenje francuskih ranjenika upotrebljavao metodu ispiranja rana. (Slika 1). On je uvodio u dubinu rane debeli dren, koji je priključivao na sistem za kapanje, a ranu štitio debelim slojem gaze i vate. Ispiranje je vršio Dakinovim rastvorom, metodom "instillation continue" ili metodom "instillation intermittente", s protokom 5 do 60 kapi u minuti do "hirurške sterilizacije rane". Ovom metodom postigao

je bolje rezultate u lečenju ranjenika, nego Krap (***Krapp***), na suprotonoj strani, koji je u lečenju ratnih rana upotrebljavao derivat kinina - Vucin.

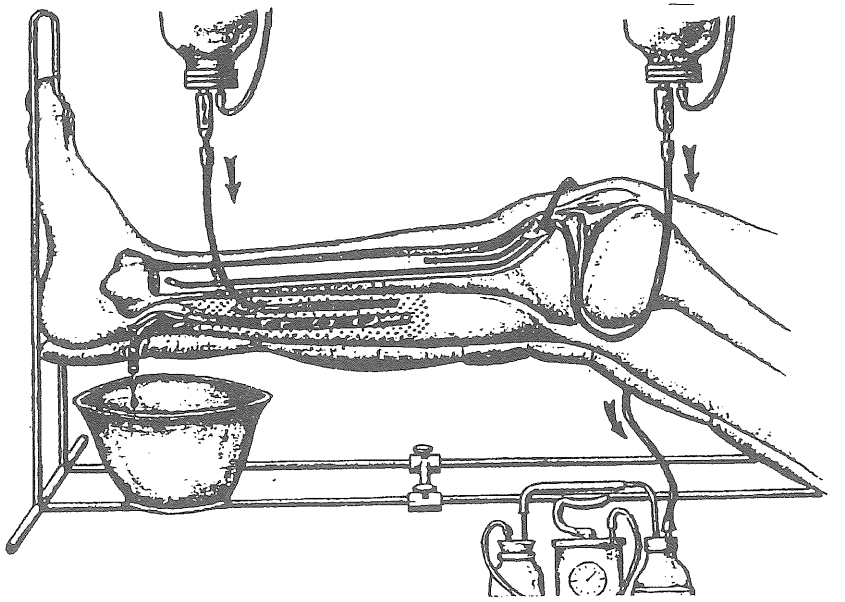


Slika 2

Vilenski ***(Wilensky, 1922.)*** je koristio Dakinov rastvor za lečenje akutnog i hroničnog osteomijelitisa. Pošto je dobio zadovoljavajuće rezultate, preporučio je njegovu širu primenu.

Or ***(Orr, 1927.)*** je prikazao rezultate lečenja osteomijelitisa primenom otvorene metode, ispunjavajući ranu posle debridmana vazelinskom gazom i ispirajući je jodnom tinkturom i alkoholom. Za stabilizaciju mesta preloma koristio je gipsanu imobilizaciju sa otvorom za previjanje rane.

Higsa (**1927.**) i Matija (**1931.**) su ukazali na znatno veći procenat infekcija pri korišćenju kortikalnih koštanih kalemova koji, usled delovanja osteoblasta prelaze u sekvestre, nisu pogodni za ispunjavanje koštanih šupljina.



Slika 3

Fleming je 1928. godine otkrio penicilin. Tek posle Drugog svetskog rata, kada su njegova otkrića industrijalizovana, počinje nova era u borbi protiv infekcije.

Gosen (***Gossen, 1931.***), Žide (***Judet, 1932.***), Žoli (***Joly, 1933.***), Anderson (***Andersson, 1934.***), Lamer i Larže (***Lamarre, Larget, 1935.***) i Štader (***Stadeer, 1937.***) poboljšavaju i usavršavaju spoljašnji fiksator, da bi Raul Hofman (***Hoffmann, 1938.***) hirurg, majstor stolarstva i doktor teologije, konstruisao spoljašnji fiksator, preteču aparata koji su i danas u upotrebi.

Smit-Petersen (***Smith-Petersen***) i saradnici su 1934. godine usavršili metodu ispiranja žarišta koštane infekcije, upotrebom, najpre, staklene, a od 1938. godine, vitalijumske kanile. Ispiranje je vršeno u početku Dakinovim rastvorom a kasnije rastvorom penicilina (Slika 2).

Jensen ***(Jensen, 1939.)*** je izneo podatak o smanjenju učestalosti infekcije sa 27 % na 5 % pri korišćenju sulfonamida za čišćenje i ispiranje otvorenih preloma. Primena sulfonamida u lokalnom tretmanu otvorenih preloma bila je naročito popularna tokom Drugog svetskog rata, kada je standardni tretman bio - ispiranje i zatvaranje rane. Kasnije se od lokalne aplikacije sulfonamida odustalo zbog nekroze tkiva i nastajanja pogodne sredine za razvoj infekcije.

Aspiraciju sadržaja osteomijelitičnog žarišta i direktnu aplikaciju penicilina, posle bušenja korteksa specijalnom iglom, prvi je preporučio Vinkebauer (***Winkebauer, 1947***), smatrajući da je radikalan hirurški zahvat nepotreban, čak i štetan. Iste

godine, Grejs (***Grace***) i Brajson (***Bryson***) su, kod dva veterana iz Drugog svetskog rata sa osteomijelitisom, primenili "T" dren plasiran u medularni kanal kosti, kroz koji su ubacivali penicilin i deterdžentske antiseptike.

Masten ***(Masten, 1958)*** je lokalno aplikovao penicilinsko - tromboplastinske plombe kod 28 bolesnika sa osteomijelitisom, i dobio bolji rezultat lečenja u odnosu na otvorenu metodu.

Goldman i saradnici ***(Goldman, 1960)*** su kod 6 bolesnika prikazali novu tehniku postavljanja polietilenskih drenova i lokalnog ispiranja osteomijelitičnog žarišta rastvorima antibiotika.

Daljim usavršavanjem sistema drenaže Vileneger ***(Willenegger)*** i Rot (***Roth***) su 1962. godine objavili uspešno korišćenje protočne drenaže na preko 1000 bolesnika sa otvorenim prelomima, infekcijom mekih tkiva i osteomijelitisom. Metoda koju su oni opisali pretrpela je mnoge modifikacije, ali je, u suštini ostala nepromenjena, te se kao takva i danas u praksi primenjuje (Slika 3.).

U početku široke primene protočne drenaže, tečnosti za ispiranje je uz antibiotik dodavan i deterdžentski antiseptik. Kompere (***Compere***) i saradnici su od 1967. godine dodavali deterdžentski antiseptik koji svojim mukolitičkim delovanjem i razaranjem nekrotičnih tkiva potpomaže lokalno delovanje antibotika. Sedamdesetih godina ovog veka upotreba deterdžentskih antiseptika se odbacuje. Razlog za to su izolovani

mikroorganizmi iz deterdženta, kao i njihovo iritativno delovanja na tkiva i potenciranje inflamatorne reakcije. U upotrebi je ostao fiziološki rastvor, sam ili uz dodatak antibiotika.

Maceni i saradnici su ***(Matzeni, 1984)*** smatrali su da se antibiotici mogu zameniti antisepticima (povidon-jodid), koji su jeftiniji u odnosu na antibiotike. Banzal i Harmit (***Banzal, Harmit, 1988***) su u grupi od 25 bolesnika tretiranih protočnom drenažom sa antibiotikom dobili kod 80% dobar rezultat, kao i u grupi tretiranoj povidon - jodidom.

Do sada objavljene kliničke serije bolesnika lečenih metodom ispiranja protočnom drenažom su relativno male.

Mišljenja o značaju antibiotika u protočnoj drenaži su podeljena. Dok pojedini autori i dalje ističu značaj lokalnog delovanja antibiotika, drugi to negiraju. Kloson i sar. (***Clawson, 1973***) su koristili 1-2 litra fiziološkog rastvora na čas u protočnoj drenaži. Nije uočena statistički značajna razliku u rezultatu lečenja bolesnika kojima je dodavan antibiotik u protočnoj drenaži i kojima nije. Praćenjem kliničkih rezultata do istog zaključka došli su Hedstrem i saradnici ***(Hedstrom, 1980)***. Lidgren i Torholm (***Lindgren, Torholm, 1980***), smatrajući da nema značaja lokalno delovanje antibiotika, stavljaju u prvi plan mehaničko delovanje protočne drenaže.

Posle oduševljenja postignutim rezultatima primene protočne drenaže i njene široke kliničke upotrebe javljaju se i autori koji iznose rezerve. Boda (***Boda, 1973, 1977 i 1979***) je najviše proučavao hidrodinamske probleme protočne drenaže i uočene

nedostatke pokušao da reši. Turčić je 1985. godine vršio istraživanje vrednosti protočne drenaže uzimanjem kultura bakterija iz pojedinih delova eksperimentalnog modela i utvrdio da se svi delovi šupljine nejednako ispiraju.

LITERATURA

1.Le Vay D. The History of Orthopaedics. The Earliest Times. Parthenon Publishing Group, New Jersey, 1990; 1: 3-62.
2.Taglang G. Utilisation de billes de cimente acrylique a la gentamicine en chirurgie septiqu osseuse. Doktorska disertacija, Universitet Louis Pasteue de medicine de Strasbourg, 1980.
3.Bala F, Hegediš A. Medicina i zdravstvena kultura na tlu današnje Vojvodine u XVI i XVII veku. U: Berić B. Istorija medicine i zdravstvene kulture na tlu današnje Vojvodine I tom. Matica srpska SANU ogranak u Novom Sadu, 1994: 241-291.
4.Koržinek K, Matasović T, Burić M. Postraumatski osteitis. VI Kongres ortopeda i traumatologa Mediterana i Srednjeg istoka, Zbornik radova, Split, 1980.
5.Gavrić T. Paracelzus-metafizička medicina. Alfa, Beograd, 1990.
6.Burri C. Postraumatic osteomyelitis. Hans Huber Publishers, Bern, 1974.
7.Willenegger H. Roth W. Die antibakterielle spuldrainage chirurgischer infectionen. Deutsch. Med. Woschr. 1962; 87: 1485-1492.
8.Wilensky OA. The value of Dakins solution in the treatment of acute and chronic osteomyelitis. Ann. Surg. 1922; 75: 708-716.
9.Orr HW. The treatment of osteomyelitis and other infected wounds by drainage and rest. Surg. Ginecol. Obstet. 1927; 45: 446-464.
10.Smith-Petersen NM, Larson BC, Cohran W. Local chemiotherapy with primary closure of septic wounds by means of drainage and irrigation cannule. J. Bone Joint Surg. 1945; 27A: 562-571.
11.Dirschl RD, Wilson CF. Topical antibiotic irrigation in the prophylaxis of operative wound infections in orthopaedic surgery. Orthop. Clin. North Am. 1991; 3: 419-426.
12.Winkelbauer A. Die penicillinbehandlung der akuten osteomyelitis. Wien klinische Wochenschrift 1947; 15: 238-240.
13.Grace JB, Bryson V. Chronic osteomyelitis in war wounded. New York State J. of Medicine 1947; 47: 2204-2205.
14.Masten M. Utemetjitev lokalne aplikacije antibiotokov v terapiji osteomyelitisa. Zdrav. Vest. 1958; 27: 273-276.
15.Goldman AM, Johnson KR, Grossberg MN. A new approach to chronic osteomyelitis. Am. J. Orthop. 1960; 2: 63-65.

16.Dilmaghani A, Close RJ, Rhinelander WF. A metod for closed irrigation and suction therapy in deep wound infections. J.Bone Joint Surg. 1969; 51A: 323-.
17.Jackson WR, Parsons JC. Distension-irrigation treatment of major joint sepsis. Clin.Orthop. 1987; 96: 160-164.
18.Kelly JP. Infected nonunion of the femur and tibia. Orthop. Clin. North. Am. 1984; 15: 481-490.
19.Hagen R. Osteomyelitis after operative fracture treatment. Acta Orthop. Scand. 1977; 49: 542-548.
20.Hedstrom S, Lidgren L, Torholm C, Onnerfalt R. Antibiotic containing bone cement beads in the treatment of deep muscle and sceletal infections. Acta Orthop. Scand. 1980; 51: 863-869.
21.Kelly JP. Osteomyelitis in the adult. Orthop. Clin. North Am. 1975; 6: 983-989.
22.Lidgren L, Torholm C. Intramedullary reaming in chronic diaphyseal osteomyelitis. Clin. Orthop. 1980; 151: 215-221.
23.Matzen AK, Bruckl R, Knolle P. Behandlung der osteomyelitis mit jod-losung spul-saug-drainagen. Z.Orthop. 1984; 122: 320-328.
24.Compere LE, Metger IW, Mitra NR. The treatment of pyogenic bone and joint infections by closed irrigation (circulation) with non-toxic detergent and one and more antibiotics. J. Bone and Joint Surg. 1967; 49A: 614-624.
25.Martini M, Bekhechi T, Graba A, Martini-Benkeddache Y. L'utilisation de l'irrigation-drainage dans le treatment de 33 cas d'osteomyelites et džosteites chroniques. Ann. Chir. 1971; 5-6: 307-310.
26.Evrard J. Irrigation continue l'antibiotiques. Rev. Chir. 1971; 6: 439-447.
27.Kelly JP, Martin JW, Coventry BM. Chronic osteomyelitis - II. Treatment With closed irrigation and suction. JAMA 1970; 11: 1843-1848.
28.Boda A. Adatok az osteomyelitis pathogenesisenek, korlefolyasanak es klinikumanak kerdeseihez. Doktorska disertacija, Budapest, 1973.
29.Boda A. Uber die hydraulischen probleme der sog. Antibakteriellen spuldrainage chirurgister infektionen und osteomyelitischer hohlen. Arch. Orthop. Unfall Chir. 1977; 87: 117-128.
30.Boda A. Antibiotic irrigation-perfusion treatment chronic osteomyelitis. Arch. Orthop. Traumat. Surg. 1979; 95: 31-35.
31.Turčić J. Vrednost metode ispiranja u lečenju kompliciranih preloma. Magistarski rad, Zagreb, 1985.
32.Lehnhardt K. Ergebnisse und efrahrungen bei der behandlung der exogenen chronischen osteomyelitis mit antibacterieller spuldrainage. Z. Orthop. 1980; 118: 200-207.
33.Evrard J. Irrigation continue d'antibiotiques dans le traitement des infections osteo-articulares. In: Evrard J. L'infection en chirurgie orthopedique. Paris, 1987. 34. Kruger-Franke M, Carel C, Haus J. Treatment of infected intramedullary osteosynthesis. Comparasion of varis therapeutic procedures. Actuel Traumatol. 1993; 23: 72-76.

35.Milankov M, Krajčinović J, Banić B, Vukadinović S, Jovanović A, Miličić A, Savić D. Lokalana primena antibiotika u terapiji osteomijelitisa. Srp. arh. celok. lek. 1992; 120(Suppl): 11-12.
36.Milankov M. Metode lečenja inficiranih pseudoartroza i osteomijelitisa. Magistarski rad, Novi Sad, 1988.
37.Milankov M, Krajčinović J, Banić B, Jovanović A, Miličić A, Savić D. Rezultati lečenja inficiranih pseudoartroza. Med. Pregl. 1992; 45(1-2): 40-44.

Klinička slika i dijagnostika nespecifične koštane infekcije

Milankov Miroslav
Miličić Aleksandar

Rana nespecifična koštana infekcija uočava se tri do deset dana posle operacije, otvorenog preloma ili strelne povrede. Prisutni su svi klasični znaci zapalenja. Koža u predelu rane pocrveni, zatim počinje da se cedi gnojni sadržaj bogat bakterijama. Povišena temperatura, drhtavica, i malaksalost prate nastalu infekciju, i rezultat su lakše bakterijske sepse.

Na posmatranom bolesničkom materijalu od 105 bolesnika, klinički manifestna infekcija nastala je neposredno postoperativno, u toku prvih deset dana od operacije, kod 87 bolesnika. Visoko učešće rane, neposredne postoperativne infekcije kod 83,76 %, bolesnika, govori o značaju odgovarajućeg tretmana povreda lokomotornog aparata, naročito otvorenih preloma.

Borba protiv koštane infekcije počinje već na mestu povredjivanja. Uspeh u lečenju preloma zavisi od odgovarajućeg inicijalnog zbrinjavanja i transporta bolesnika, brze pripreme za operativni zahvat, radikalanog debridmana rane, rigidne stabilizacije preloma, rekonstrukcije mekotkivnog pokrivača, pravovremenog ordiniranja odgovarajućih antibiotika i postoperativne nege bolesnika.

Kan i Pricker (***Kahn, Pritzker, 1973***) smatraju da je nastanak bakterijske infekcije kosti olakšan ukoliko je prelom praćen velikim oštećenjem periosta, kosti ili koštane srži, koji u

sadejstvu sa vaskularnim okluzijama ovaj predeo izoluju od delovanja telesnih zaštitnih mehanizama i dejstva antibiotika. Eksperimenti su pokazali da je osteomijelitis teško proizvesti čak i direktnom inokulacijom bakterija u meduarni kanal kosti i da su za njegov nastanak potrebna i pomenuta oštećenja.

Kasna nespecifična koštana infekcija ima, takodje, sve klasične znake zapalenja, ali je za nju karakteristično da se manifestuje tek nekoliko meseci, pa čak i godinu dana od operacije. Broj ranih i kasnih koštanih infekcija je isti, a dugi, višemesečni asimptomatski period otežava dobijanje prave slike o učestalosti postoperativnih infekcija.

Kod pritajenih nespecifičnih koštanih infekcija, nastalih godinu dana ili više meseci posle operacije, kao bakterijski uzročnik obično se izoluje zlatni stafilokok (*Staphyloccocus aureus*). Odlikuju se odsustvom klasičnih znakova zapalenja, pojavom bola u operativnom području, konstantno povišenom sedimentacijom i radiografski vidljivom osteolizom oko implantata.

Izostanak fuzije kosti posle korektno izvršenih osteosinteza često je posledica ovog tipa infekcije. Mičel i saradnici (***Mitchell,1973***) smatraju da ovaj tip infekcije nastaje najčešće na butnoj kosti, a da kao uzročnik preovladjuje zlatni stafilokok, dok se kod ranog tipa infekcije najčešće izoluju gram negativne

klice. Pojava infekcije posle dugog asimptomatskog perioda posledica je kontaminacije operativne rane manjim brojem slabije virulentnih bakterija (***Graunan,1993***), pri čemu su odbrambene snage organizma bile dovoljno jake da se odupru infekciji tako da do njene manifestacije nije moglo doći. Kada tokom života dodje do pada otpornosti organizma, zbog drugih bolesti ili povreda, bakterije se aktiviraju i nastaje klinički manifestna infekcija. Druga mogućnost je hematogena diseminacija iz nekog fokusa u organizmu.

Dijagnostika koštane infekcije

Mnogi laboratorijski testovi, konvencionalne radiografske metode, kompjuterizovana tomografija, magnetna rezonanca, scintigrafija i biopsija žarišta, koriste se za detekciju infekcije kosti, i to sa različitiim stepenom senzitivnosti i specifičnosti. Laboratorijske pretrage neophodne za postavljanje dijagnoze koštane infekcije mogu se podeliti na hematološke i bakteriološke.

Sedimentacija eritrocita (SE) je jedna od najčešće korišćenih hematoloških pretraga. Njena vrednost zavisi od krvnih belančevina i njihovih medjusobnih veza (odnos albumina i globulina), površinskog napona krvi, koncentracije jona,

volumenskog postotka krvnih ćelija, veličine i oblika eritrocita i količlne lipida u krvi. Može biti povišena u nekim normalnim fiziološkim stanjima (trudnoća, menstruacija, posle vrućih i dužih kupanja), što treba imati u vidu pri tumačenju nalaza.

Zbog svoje pouzdanosti i jednostavnosti, ova rutinska metoda laboratorijskog ispitivanja od velikog je značaja pri postavljanju dijagnoze koštane infekcije, jer povećanje (iznad 20 u toku prvog sata) ukazuje na postojanje infektivnog procesa, čiji se intezitet može odrediti drugim metodama.

Alkalnu fosfatazu izlučuju osteoblasti i njeno povećanje govori o njihovoj aktivnosti. Normalne vrednosti alkalne fosfataze iznose od 24-28 intenacionalnih jednica/ml za odrasle osobe, i 35-155 iU/ml za decu i osobe do 15 godina. Svako povećanje vrednosti govori u prilog patološkog procesa u koštanom sistemu ili funkcionalnog oštećenja ćelija jetre.

Proteini plazme koji se u krvi nalaze u koncentraciji od 6,2 do 8,8 g%/l prema svojim fizičko hemijskim osobinama dele se na albumine, globuline i fibrionogen. Pošto su koloidne čestice, imaju svoj električni naboj i kreću se u električnom polju, ne menjajući svoje osobine. Prema brzini kretanja dele se u pet frakcija, i kod zdravih ljudi one su u prilično konstantnim odnosima.

Albumini, koji su količinski najveća frakcija proteina (52-65%).Imaju ulogu u održavanju osmotskog pritiska plazme i transportu mnogih korisnih i štetnih sastojaka plazme. Njihova

sinteza se odvija u jetri. Kod teških infekcija, da bi se održao koloidosmotski pritisak, dolazi do povećanog stvaranja antitela i pada vrednosti albumina.

Globulini, koji čine 35-45% svih proteina seruma, sintetišu se u retikuloendotelijalnom sistemu. Njihova najvažnija uloga u organizmu je odbrana od infekcije, pošto se u ovoj frakciji nalaze antitela.

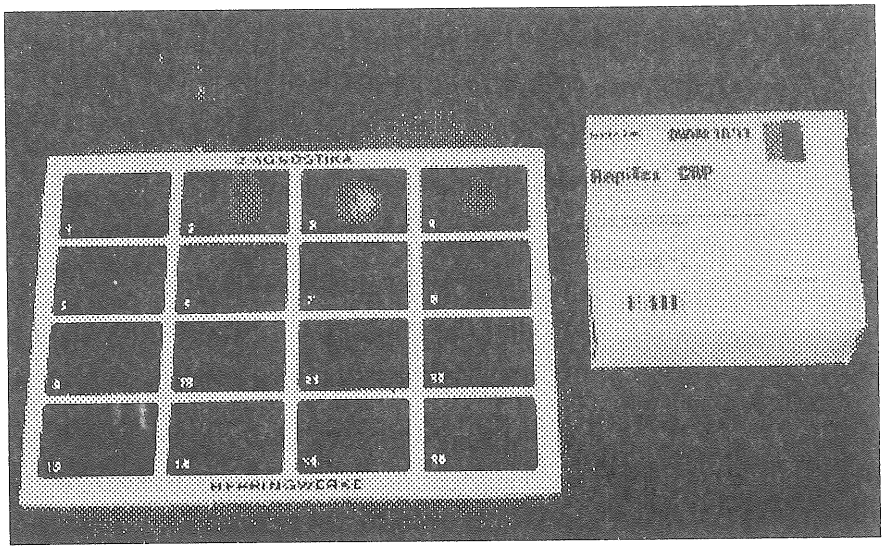
IgM predstavlja prvu odbrambenu liniju organizma. Kod hroničnih osteomijelitisa sa mirnim tokom vrednosti su normalne ili blago povećane.

IgA kod infekcije kosti nije posebno značajan za analiziranje jer je to reagen i sekretorni imunoglobulin. On je značajan sa aspekta opšteg imunološkog odgovora organizma na infekciju.

IgG je imunoglobulin čija sinteza u organizmu je sporija od ostalih imunoglobulina. Maksimalne vrednosti dostiže tek posle dužeg vremenskog perioda, mada on predstavlja najaču odbrambenu liniju organizma. Kod recidivantnih formi, ako se nije radilo o imunološkom defcitu, vrednosti su umereno povišene.

C reaktivni protein (CRP). Tile i Fransis ***(Tillet, Francis, 1930)*** su zapazili da serum pacijenata obolelih od akutne pneumonije, reumatske groznice, bakterijskog endokarditisa, stafilokoknih infekcija i drugih akutnih infektivnih stanja, izaziva precipitaciju sa somatskim C-polisaharidom pneumokoka u prisustvu jona kalcijuma. Losfstrom je 1941. godine otkrio jednu

serumsku komponentu, koja u prisustvu jona kalcijuma izaziva bubrenje kapsule pneumokoka i nazvao je "Non-specific Capsular Swelling Substance", za koju je utvrdjeno da je identična sa supstancom koja izaziva precipitaciju i nazvana je C-reaktivni protein, CRP-protein akutne faze ("Acute-Phase-Protein"). Iste godine je CRP izolovan i prečišćen frakcionisanjem seruma iz seroznih tečnosti, da bi kasnije bio dobijen i kao homogeni kristalni protein.



Slika 4

CRP se sintetiše u periportalnim ćelijama jetre, i primarni signal za njegovu sintezu je interleukin-1, koji stvaraju makrofagi na mestu oštećenja tkiva. Elektroforetska pokretljivost je tipična

za gama-globulinsku frakciju, a porast titra u serumu ukazuje na intenziviranje generalizovanog nespecifičnog odgovora imunološkog sistema na akutne infektivne i neinfektivne upalne procese, celularne i necelularne nekroze i maligna obolenja.

Iako je njegova tačna biološka uloga još nejasna, funkcionalna sličnost sa antitelima u reakcijama, kao i sposobnost da reaguje kao precipitin, aglutinin, opsonin i aktivator sistema komplementa je dokazana. Učestvuje u aktivaciji komplementa na nivou C1q kao i imunoglobulin G. Naglo povećanje u ranim fazama inflamatornog procesa, sugeriše da je jedna od njegovih uloga i otpočinjanje aktivacije sistema komplementa kao prve linije odbrane organizma. U serumu se javlja 1 do 4 sata od početka akutnog procesa, a maksimum dostiže nakon 8 sati. Sinteza mu je pod direktnim uplivom humoralnih medijatora, kao što su endogeni pirogeni i prostaglandini. Brzina kojom se sintetiše CRP je u upadljivoj suprotnosti sa mnogo sporijim stvaranjem imunih antitela, koja nastaju kao rezultat specifične reakcije organizma na odredjeni stimulans.

Kod zdravih ljudi prosečne vrednosti CRP-a iznose oko 0,58 mg/ml, i ne mogu biti odredjivane standardnim imunohemijskim tehnikama, tako da se može smatrati da ga nema. U odnosu na sedimentaciju eritrocita, koja kod osteomijelitisa nije uvek pouzdan pokazatelj infekcije, CRP, kao protein akutne faze, brže se javlja, ali i brže isčezava. Opadanje njegovih vrednosti ukazuje na ublažavanje inflamatornog procesa, što se na drugi način, kako ističe Baščarević (1993), ne može utvrditi.

Povišene vrednosti CRP-a mogu se utvrditi posle povreda, hirurških intervencija, cerebralnih inzulta, perifernih arterijskih bolesti, "kompartment sindroma", infekcija, posle drugog meseca trudnoće, menstruacije, anemija, u stadijumu rekovalescencije posle preležanih zaraznih bolesti, kao i posle trovanja alkoholom, arsenom, olovom itd. CRP je vrlo osetljiv ali nespecifičan indikator i zbog toga se dobijeni rezultati moraju kritički procenjivati u sklopu kliničke slike.

Pri kliničkim istraživanjima na sopstvenom materijalu vrednosti titra CRP-a u krvi odredjivane su semikvantitativno latex-metodom, reagensom Rapitex^{R} CRP proizvedenim u Behring Institutu iz Marburga u Nemačkoj, prema uputstvima proizvodjača, a rezultati su izražavani u mg/l. Kao negativan rezultat smatran je titar manji od 6 mg/l. Semikvantitativno vrednost CRP-a se odredjuje pravljenjem razblaženja, ispitivanog seruma u epruvetama od 1:8, 1:16, 1:32. itd. Od svakog razblaženja uzima se jedna kap i posmatra aglutinacija. Na osnovu njene pojave pri različitim razblaženjima seruma odredjuje se vrednost titra CRP-a (Slika 4).

Posle inaktivacije na temperaturi od 56 stepeni Celzijusa u toku 30 minuta, serum se nanosi na pločicu za ispitivanje aglutinacije. Pored kapi ispitivanog seruma, na malim rastojanjima stavlja se jedna kap sigurno negativnog i jedna kap sigurno pozitivnog seruma. Staklenim štapićem kapi seruma i reagensa se spoje i pomešaju. Posle mešanja štapićem pločica

se pomera u ruci i posmatra aglutinacija. Ona se sigurno javlja u segmentu sa pozitivnim serumom, koji sadrži CRP, a odsutna je u negativnom serumu.

Bakteriološko ispitivanje je specijalni vid laboratorijskog rada u cilju utvrdjivanja bakterije uzročnika infekcije kosti. Zlatni stafilokok (***Staphylococcus pyogenes aureus***) je otkrio Paster (***Pasteur,1880***) u razmazu gnoja iz jednog osteomijelitičnog žarišta.

Krv, gnoj iz apscesnih šupljina kosti, fistuloznog kanala, sekvestra i sa površine rane je materijal iz kojeg se može izolovati izazivač infekcije. Dokazivanje prisustva bakterija vrši se zasejavanjem uzetog materijala na podloge. Posmatranjem rasta, oblika, boje i drugih karakteristika odredjuje se vrsta bakterija koja je izazavala infekciju kosti. Istovremeno se odredjuje i osteljivost bakterija prema antibioticima (antibiogram), što je veoma značajno za ordiniranje odgovarajućih lekova.

Patohistološko ispitivanje omogućuje da se diferencijalno dijagnostičke dileme, naročito kada je u pitanju razlikovanje specifične od nespecifične koštane infekcije, svede na najmanju meru. Maligni procesi na kostima često se teško razlikuju od banalnog osteomijelitisa, te je patohistološki pregled najbolji dijagnostički metod, naročito kada je reč o procesima loklizovanim na šaci, stopalu i fistuloznom kanalu.

Radiografska ispitivanja omogućavaju da se uoče morfološke promene koje se pod uticajem bakterija na kostima dešavaju.

Standardne radiografije lokomotornog aparata vrše se snimanjem u dve projekcije pod uglom od 90 stepeni, sa obaveznim obeležavanjem leve i desne strane, datuma snimanja kao i imena bolesnika, da bi se izbegele greške. Kako bi se sa što većom objektivnošću mogao oceniti stadijum procesa na kosti, važno je uporedjivanje sa ranije načinjenim snimcima. Prve morfološke promene, vidljive na rendgenskom snimku, mogu se uočiti izmedju 15 i 21 dana od početka obolenja, jer je to potreban vremenski period da se nadraži periost i osteoblasti započnu formiranje nove kosti.

Pri svakom rendgenološkom pregledu kod hroničnog osteomijelitisa detaljno se analizira prisutnost:

- kondenzacije kosti, koja se kod recidivantnih infekcija manifestuje zadebljenjem kosti sa delimičnim ili potpunim zatvaranjem medularnog kanala kosti;

- periostalne reakcije, koja pokazuje reparatorna zbivanja na pokosnici i, prema klasičnom tumačenju, to je pokušaj kosti da lokalizuje širenje infekcije. Ovo shvatanje često puta nije prihvatljivo, jer postoji prisutnost sekvestra, a reakcija periosta nije jače izražena;

- osteolize, jednog od osnovnih znakova destrukcije kosti. Za akutnu fazu karakteristična je difuzna osteoliza, dok kod recidivantnih infekcija kosti ove zone su male i relativno dobro ogranične. Vrlo često se okolna kost brani stvaranjem sklerotičog prstena, kao pokušajem da se ograniči dalje širenje procesa;

- sekvestara koji predstavljaju deo odbačene nekrotične kosti. Veličina i oblik sekvestra su različiti, ali uvek imaju oko sebe zonu prstenaste rerarifikacije ili izraženu osteporozu, ili, što je češće, reaktivnu sklerozu. Značajno je utvrditi tačnu poziciju sekvestra, jer se time olakšava operativni zahvat.

Nakon zalečene koštane infekcije kost ostaje trajno izobličena, izmenjene strukture, čvornovata, sa manjim ili većim šupljinama uz eventualno prisustvo sekvestara.

Fistulografija, kontrastna konvencionalna radiografska metoda, gde se ubacivanjem kontrastnog sredstva u fistulozni kanal dobija, ukoliko je tehnički besprekorno izvedena, tačan uvid u dužinu, oblik i položaj fistuloznog kanala, što olakšva operativni zahvat.

Kompjuterizovana tomografija (CT) koristi se u dijagnostici koštane infekcije, naročito u regijama u kojima se, zbog njihove složene anatomske gradje, standardnom radiografijom ne mogu sa sigurnošću otkriti filigranske promene. Koristi se naročito kod procesa na kičmenom stubu i karličnom pojasu.

Magnetna rezonanca (MRI - magnetic resonance image) je savremena dijagnostička metoda čija je primena sve širih indikacija.

Indikacije obuhvataju svežu traumu i sekvele ranije traume lokomotornog sistema, zapalenjska stanja, tumore i tumoru slične lezije kostiju i mekih tkiva. Kontraindikacije za MRI pregled su: metalni implantati sa feromagnetnim svojstvima, implantirani pace-maker i insulinske pumpe, pacijenti na kardiorespiratornim pomagalima. Pacijenti koji imaju implantate od visokokvalitetnih legura (titanijum, vanadijum) moguće je pregledati, ali je neophodno imati uputstvo proizvodjača sa tačnim strukturnim sastavom implantata.

LITERATURA

1.Grospić R. Klinička i radiološka gledišta kod hroničnog osteomijelitisa. Acta Orthop. Iugoslavica. 1973; 4: 81-85.
2.Somer T, Avramov S. Dijagnostika povreda, Novi Sad, Visio Mundi-Academic Press 1993.
3.Poleksić Lj, Zdravković \. Dakić N. Bačić G. Vizuelizacija kolena magnetnom Rezonancijom. Acta Orthop. Iugosl. 1995; 26: 47-54.
4.Bešanski N, Škegro N. Radiografska tehnika skeleta. Zagreb, Školsaka knjiga 1987.
5.Hagen R. Osteomyelitis after operative fracture treatment. Acta Orthop. Scand. 1977; 49: 542-548.
6.Brown WP. The prevention of infection in open wounds, Clin. Orthop. 1973; 93: 42-50.
7.Kindsfater K, Jonassen AE. Osteomyelitis on grade ii & grade iii tibial fractures with early and late debridement. J. Orthop. Trauma 1993; 2: 167-167.
8.Kahn SD, Pritzker HP. The patophysiology of bone infection. Clin. Orthop. 1973; 96: 12-19.
9.Kening I, Bajić D, Urošević S. Postoperativne infekcije I uloga metalnih implantata. Acta Orthop. Iugosl. 1973; 4: 29-34.

10.Grauhan O, Hierholzer J, Speitling A, Schauwecker HH, Neuhaus P. Chronic inflammation 30 years after tibial intramedullary nailing, foreign body reaction or bacterial infection?. Actuel. Traumatol. 1993; 23: 77-79.
11.Abernethy TJ, Avery OT. The occurence during acute infections of protein not normaly present in the blood. Distribution of reactive protein in patients sera and the efect of calcium on the floculation reaction with c polysaharide of pneumococcus. J. Exp. Med. 1941; 73: 173-176.
12.Mac Load C, Avery OT. The occurence during acute unfections of a protein, not normally present in the blood. Isolation and properites of the c-reactive protein. J. Exp. Med. 1941; 73: 183-186.
13.Roberts P, Walters JA, McMinn WJD. Diagnosis infection in hip replacements. J.Bone Joint Surg. 1992; 74B: 265-269.
14.Perry RC, Person LR, Miller AG. Accuracy of cultures of material from swabbing of the superficial aspect of the wound and needle biopsy in the preoperative assessment of osteomyelitis. J. Bone Joint Surg. 1991; 73A: 745-749.
15.Oyen JW, Horn RJ, Claessens MAR, Meer WJ, Corstens HF. Scintigraphic detection of inflamatory foci by means of indium-111-labeled polyclonal human gammaglobulin. Acta Orthop. Scand. 1990; 61(Suppl 239): 70-71.
16.Nepola VJ, Marsh LJ, Seabols EJ, Kirchner TP, El-Khoury YG. Update of in-111 wbc/tc-99m mdp bone imaging for the evaulation of infection associated with fracture nonunion. J. Orthop. Trauma 1992; 6: 509.
17.Mokassa BL, Wagner J, Verhas M. Indications des scintigraphies au gallium 67 et aux leucocytes marques a l'indium dans la mise au point des infections postoperatoires en chirurgie osteo-articulaire. International Orthopaedics (SICOT) 1990; 14: 153-159.
18.Weinstein D, Wang A, Chambers R, Stewart CA, Motz HA. Evaluation of magnetic resonance imaging in the diagnosis of osteomyelitis in diabetic foot infections. Foot Ankle. 1993; 14: 18-22.
19.Tillet WS, Francis T. Serological reactions in pneumonia with a non-protein somatic fraction of pneumococcus. J. Exp. Med. 1930; 52: 561-569.
20.Mitchell C, Ehrlich GM, Siffert SR. Comparative bacteriology of early and late orthopaedic infections. Clin. Orthop. 1973; 96: 277-287.
21.Stahl WM. Acute phase protein response to tissue injury. Crit. Care Med. 1987; 15: 545-550.
22.Hurlimann JG, Thorbecke G, Hochwald G. The liver as site of c-recative protein formation. J. Exp. Med. 1966; 123: 385-391.
23.Solter J, Uhlenbruck G. Neue aspecte des c reactiven proteins. Dtsch. Med. Wschr. 1982; 107: 391-394.
24.Ziegenhagen G, Drahovsky D. Klinische bedeutung das c-reactiven proteins. Med. Klin. 1983; 78: 24-35.
25.Pepys MB. C-reactive protein fifty years on. Lancet 1981; 1: 653-657.

26.Baščarević Lj, Baljošević I. Uloga I značaj imunoglobulina u infekciji koštanog sistema. XVI ortopedsko traumatološki dani Jugoslavije, Zbornik radova 1986: 7-10.
27.Pepys MB. Aspects of the acute phase response: the c-reactive protein system. In: Lanshmann JP, Peters KD. Clinical Aspects of Immunology. Boston 1982: 50-65.
28.Cuckler MJ, StarMA, AlaviA, NotoBR. Diagnosis and management of the infected total joint arthroplasty. Orthop. Clin. North Am. 1991; 3: 523-530.
29.Sanzen L. On prevention, diagnosis, and treatment of infection in total hip arthroplasty. Acta Orthop. Scand. 1989; 60(Suppl.231): 65.
30.Hedstrom AS. Immunoassay of acute phase reactants and latex-crp as actyvity test in chronic staphylococcal osteomyelitis. J. Infect Dis. 1983; 15: 161-165.
31.Sanzen L, Carlsson SA.The diagnostic value of c-reactive protein in infected total hip arthroplastics. J. Bone Joint Surg. 1989; 71B: 638-641.
32.Kulauzov M, Daničić B, Dujmović F. Proteini akutne faze u hirurškoj traumi. Med. Pregl. 1992; 45 (Suppl. I): 65-67.
33.Baščarević Lj. Osteomijelitis, Beograd, Medicinska knjiga 1981.
34.Baščarević Lj. Ortopedija. Beograd, Medicinska knjiga 1992.
35.Mustrad RJJr, Bohnen JMA, Haseb S, Kasina R. C-reactive protein levels predict postoperative Septic complications. Arch. Surg. 1987; 122: 69-73.
36.Čonkić-Damjanović J. C-reaktivni protein-protein akutne faze. Med. Pregl. 1989; 7-8: 300-303.

Terapija nespecifične koštane infekcije

Milankov Miroslav
Vukadinović Stevan
Savić Dragan

Veliki broj operativnih tehnika i dopunskih metoda lečenja koštanih infekcija ukazuje na značaj problema koji nije rešen nekom suverenom metodom tretmana te je plan lečenja potrebno prilagoditi svakom pacijentu pojedinačno. Savremeni način lečenja može se podeliti u četiri velike grupe:

HIRURŠKO LEČENJE

1. Radikalan debridman žarišta infekcije
2. Stabilizacija fragmenata
3. Biološka stimulacija i popunjavanje defekta kosti
4. Kožni prekrivač
5. Amputacija

ANTIBIOTSKO LEČENJE

1. Sistemska antibiotska terapija
2. Lokalna antibiotska terapija

IMUNOLOŠKO LEČENJE

1. Transfuzije sveže krvi
2. Davanje gama globulina

REHABILITACIJA

1. Kineziterapija
2. Helioterapija i balneoterapija
3. Radna terapija
4. Sociopsihološka pomoć

Radikalan debridman

Uklanjanje svih avaskularnih, nekrotičnih tkiva, kosti i okolnih mekotkivnih struktura, "ekscizijom do u zdravo" tj. do dobijanja krvarenja iz okolnih tkiva, i detaljno pranje rastvorima aseptičnih sredstava, vodonik peroksidom ili povidon jodidom, predstavlja ključ uspeha u lečenju infekcije kosti. Propusti načinjeni u minucioznom operativnom radu ne mogu se nadoknaditi raširenom i često nekritičkom primenom parenteralne i lokalne antibiotske terapije.

Intraoperativno odredjivanje granice vitalnosti kosti je od fundamentalne važnosti u hirurškom lečenju koštane infekcije. Divelijus i Šmit (***Duwelius, Schmidt, 1992***) su uveli u kliničku praksu laserski dopler za identifikaciju nekrotične kosti. U istu svrhu primenjuje se i vitalno bojenje tkiva disulfinskim plavilom ("disulphine blue").

Rana se posle radikalnog debridmana i lavaže zatvara primarno, postavljanjem protočne drenaže, ili sekundarno, posle ponovljenih debridmana. Prisustvo implantacionog materijala u rani, pod uslovom da je načinjen od standardnih legura, nije činilac odgovoran za nastanak i održavanje infekcije, mada postoje i suprotna mišljenja. Gristina i saradnici (***Gristina, 1991***) su razvili hipotezu o postojanju supstance "glikokaliks" (glycocalyx) koja prekriva implantat i bakterije te ih zaklanja od delovanja odbrambenih snaga organizma i otežava dijagnostiku

infekcije. U literaturi postoji veliki broj izveštaja o dobrim rezultatima posle revizionih ugradnji totalnih proteza kuka i kolena, na inficiranom terenu, u prvom ili drugom aktu, koji opovrgavaju postavljenu hipotezu. Uzrok nastanka i održavanja koštane infekcije treba tražiti u opštim i lokalnim odbrambenim snagama organizma, karakteristikama izazivača infekcije, operativnoj tehnici, vrsti preloma, trajanju operativnog zahvata itd.

Stabilizacija koštanih fragmenata

Stabilizacija inficirane pseudoartroze, je osnovni preduslov zarastanja preloma. Nestabilna osteosinteza potencira infekciju, a infekcija otežava zarastanje kosti, čime se zatvara krug. Miler i sar. (***Mueller, 1981***) posebno ističu značaj mehaničkog mira na mestu pseudoartroze, kao i brižljivog čišćenja žarišta infekcije, što predstavlja osnovni preduslov za zarastanje pseudoartroze.

Metalna ploča sa vijcima je indikovana u fiksaciji skoro svih inficiranih pseudoartroza, pod uslovom da su lokalani znaci infekcije potpuno smireni, i da se njome može dobiti stabilnost pseudoartroze.

Intramedularni klin u lečenju inficiranih pseudoartroza ima danas ograničenu primenu, samo u slučajevima blagih infekcija . Pri njihovoj upotrebi postoji veliki rizik od nastanka

masivnog osteomijelitisa koji zahvata celu dijafizu kosti. Kod osteoporotičnih dugih kostiju klinom se postiže čvršća i stabilnija fiksacija ulomaka, nego primenom spoljašnjeg fiksatora.

Spoljašnji fiksator je prihvaćen od strane većine hirurga koji se bave lečenjem koštane infekcije, potiskujući druge načine stabilizacije inficiranih pseudoartroza. Primena spoljašnjeg fiksatora u rešavanju inficiranih pseudoartroza je "indikacija spasa". Svojim rigiditetom i stabilnošću obezbedjuje osnovne uslove za konsolidaciju kosti. Odmah posle operacije može se započeti sa rehabilitacijom ekstremiteta i susednih zglobova. Na taj način se sprečava nastanak kontraktura i trofičkih smetnji, olakšane su dodatne hirurške intervencije kao što su spongioplastika, dekortikacija, transplantacija kosti, mikrohirurške intervencije i rekonstruktivni zahvati na mekim tkivima i primena elektrobiološke stimulacije kosti.

Biološka stimulacija i popunjavanje koštanog defekta

Autologni spongiozni koštani kalemovi poseduju veliki osteogenetski potencijal, njihova pregradnja je mnogo brža nego kortiklanih koštanih kalemova, koji u inficiranoj sredini postaju sekvestri te se zbog toga ne koriste. Za uspešnu transplantaciju spongioze potrebni su izvesni preduslovi: stabilnost žarišta infekcije, dobra vaskularizacija okolnih mekih tkiva, mehanički mir na mestu pseudoartroze i odgovarajući mekotkivni pokrivač.

U slučajevima kada se koža ne može zatvoriti bez tenzije, postupa se prema Papino metodi, koja se sastoji iz tri etape. Posle ponovljenih debridmana osteomijelitičnog žarišta i dobijanja svežih granulacija načini se spongioplastika, a posle njene revaskularizacije i pojave svežih granulacija sledi prekrivanje kožnim transplantatom po Tiršu (***Thiersch***).

U literaturi se nalaze izveštaji o uspešnom rešavanju defektnih inficiranih pseudoartroza korišćenjem tehnike "fibula pro tibia".

Razvojem mikrohirurgije sve više se koriste, u rešavanju defektnih inficiranih pseudoartroza, slobodni vaskularizovani koštani kalemovi. Vaskularizovana fibula se primenjuje za saniranje defekta kosti linearne konfiguracije od 6 do 35 cm, a vaskularizovani slobodni ilijačni greben (crista ilaca) za defekte do 10 cm.

Protočna drenaža, kao dopunska metoda u lečenju koštane infekcije, postavlja se posle radikalnog debridmana, kada se koža zatvara bez tenzije, radi mehaničkog ispiranja osteomijelitičnog žarišta. Ceo sistem se sastoji iz dovodnog i odvodnog drena kroz koji struji tečnost. Najčešće se koristi 6000 ml sterilnog fiziološkog rastvora na dan, bez dodatka antibiotika, mada ima autora koji ističu značaj lokalnog delovanja antibiotika .

Cementne perle sa antibioticima se primenjuju za ispunjavanje šupljine kosti posle debridmana osteomijelitičnog žarišta. Medjusobno su spojene metalnom žicom koja olakšava njihovo vadjenje, posle 14 dana, a nastali prostor se može ispuniti spongioznim kalemovima. Pitanje lokalne aplikacije antibotika u lečenju koštanozglobne infekcije je i dalje otvoreno. Postoji veliki broj kliničkih i eksperimentalnih studija koje ukazuju na povoljno lokalno delovanje antibiotika u vidu perli metilmetakrilata sa gentamicinom. Kombinovani tretman gentamicin PMMA perlama i sistemska antibiotska terapija je superiornija metoda, u odnosu na samo debridman osteomijelitičnog žarišta ili debridman i sistemsku antibioterapiju, smatraju Evans i Nelson (1993), iako nisu dobili statistički značajnu razliku u rezultatu lečenja primenom pomenutih vrsta tretmana. Kalhun i sar. ***(Calhoun199***3), analizirajući rezultate lečenja grupe od 24 bolesnika tretiranih debridmanom žarišta infekcije i intravenoznom antibiotskom terapijom u trajanju od četiri nedelje, i grupe od 28 bolesnika gde su korišćene antibiotske perle i parenterelna antibiotska terapija u trajanju od nekoliko dana, nalaze skoro isti procenat uspešno lečenih bolesnika (83,3 % i 89,3 %).

Delovanje električne struje na žarište koštane infekcije zasniva se na kontinuiranom oslobadjanju jona srebra sa anode i njegovom oligodinamskom delovanju na bakterije, te elektro-

magnetske biološke stimulacije na repolarizaciju strukture proteina i ponovnog uspostavljanja potencijala ćelijske membrane, kao i aktivaciji enzimske sinteze. Iskustva u primeni elektromagnetne biološke stimulacije su relativno mala, ali ohrabrujuća.

Hiperbarični kiseonik u lečenju infekcije kosti se koristi, da bi pomogao oksigenaciju loše prokrvljenih tkiva, inhibirao rast mikroorganizama, povećao kapilarizaciju u predelu žarišta infekcije i potencirao delovanje antibiotika. Za postizanje uspeha pri korišćenju ove metode lečenja potreban je dobar hirurški debridman, stabilna osteosinteza i saradnja bolesnika (da ne puši i da se pridržava odredjenog protokola ponašanja).

Simpatektomija je palijativna metoda, čije je dejstvo kod osteomijelitisa indirektno. Deluje na nivou mikrocirkulacije izazivajući dilataciju arteriola u koži, mišićnom i koštanom tkivu omogućujući bolju vaskularizaciju u osteomijelitičnom žarištu, što poboljšava delovanje antibiotika i imunolekova. Mehanizam nije u potpunosti objašnjen, mada postoji veliki broj objavljenih radova iz te oblasti.

Rekonstrukcija kožnog pokrivača

Kod inficiranih pseudoartroza i osteomijelitisa loša vaskularizacija i hipoksija okolnog mekog tkiva otežava delovanje mehanizama odbrane tela, te se insitira da pokrivajuća meka tkiva budu dobro vaskularizovana. To se postiže lokalnim rotirajućim miokutanim i slobodnim vaskularizovanim miokutanim režnjevima.

Amputacija

Amputacija ekstremiteta predstvalja najveći neuspeh u lečenju koštane infekcije. Procenat amputacija, koji se pominje u relevantnoj stručnoj literaturi, se kreće od 3,12 % do 50 %. Ranije je amputacija bila mnogo češće korišćena metoda hirurškog lečenja koštane infekcije, ali je, zahvaljujućl napretku medicine, indikaciono područije umnogome suženo i svodi se na slučajeve:

- maligne alteracije na mestu fistule,
- amiloidne degeneracije parenhimatoznih organa,
- postojanja velikih koštanih defekta koji se ne mogu rešiti hirurškim putem,
- kada je proteza funkcionalnija od deformisanog ekstremiteta,
- oštećenja krvnih sudova koje komplikuje koštanu infekciju,
- parazitarnog osteomijelitisa,
- zahteva pacijenta koji više ne želi da se leči.

Antibiotsko lečenje

Krvni ugrušak koji ispunjava šupljinu nastalu posle debridmana osteomijelitičnog žarišta predstavlja odličnu podlogu za rast i razmnožavanje bakterija.

Vilson i saradnici ***(Willson, 1971)*** su eksperimentalno, na psima, utvrdili da je koncentracija antibiotika datog parenteralno preoperativno duže vreme povišena u hematomu nego u cirkulišućoj krvi. Promet antibiotika izmedju krvotoka i hematoma se odvija mehanizmom pasivne difuzije i minimalan je. Postoperativnim davanjem antibiotika se ne postiže potrebna koncentracija antibiotika u hematomu.

Antibiotici imaju sekundarnu ulogu u lečenju koštane infekcije. Oni mogu penetrirati u osteomijelitičnu kost, pošto ne postoji anatomska niti fiziološka barijera, ali ipak ne mogu prodreti u avaskularnu kost koja je okružena fibroznim tkivom.

Čini se terapijski najcelishodnijim stav da se kod svih pacijenata sa koštanom infekcijom najmanje 12 časova preoperativno započne sa parenteralnom antibiotskom terapijom, na osnovu rezultata antibiograma. Postoperativno parenteralna terapija je nastavljana sve do normalizacije SE, ili nestanka CRP-a iz krvi. Neki autori preporučuju drugotrajnu kontinuiranu intraarterijsku antibiotsku terapiju, koju preporučuju Agadžanjan i sar., i intravensku koju primenjuju Pang i sar. (1985) i Vagneri sar. (1985), sa dobrim rezultatom.

Upotreba antibiotika u lečenju koštane infekcije ima svoje mesto, mada njihova uloga ne sme biti prenaglašena, jer samo jedinstvo hirurškog, antibiotskog, imunološkog i fizikalnog

lečenja daje nadu za uspeh. Značaj antibiotika je naročito istaknut u profilaksi koštane infekcije, mada se njihovom upotrebom ne mogu pokriti propusti u operativnom radu.

Imunološko lečenje

Transfuzija sveže krvi ima za cilj da kod bolesnika sa koštanom infekcijom poveća količinu odbrambenih činilaca i poboljša detoksikaciju organizma od raspadnih produkata metabolizma bakterija i njihovih toksina. Transfuzijom se koriguje smanjeni volumen tekuće krvi koji nastaje zbog visoke temperature, i delovanja toksičnih produkata bakterija. Takodje se popravlja stanje oligemije koje nastaje prilikom operativnih zahvata praćenih većim krvarenjem.

Komplikacije pri davanju krvi mogu biti pirogene ili alergijske, nastaju u 5% slučajeva, i najčešće su bezopasne. Najveću opasnost predstavlja davanje nekompatibilne krvi, a nastanak hemolize može dovesti do smrtnog ishoda.

Gama globulini su proteinske frakcije plazme, koji sadrže antitela izdvojena iz krvi mnogih davalaca. Pretpostavlja se da su svi davaoci bili izloženi delovanju bakterija i virusa, pa su radi svoje odbrane stvorili antitela, koja se izdvajaju iz seruma i koriste u lečenju bolesnika kojima nedostaju.

Gamma venin je ranije više primenjivani polivalentni imunoglobulin za intravensku primenu koji sadrži visoki titar imunoglobulinskih antitela. Kod koštane infekcije doza se ponavlja svakih 15 dana, pošto se gamaglobulinska frakcija toliko zadržava u serumu bolesnika.

Stafil je anatoksin dobijen posebnim postupkom iz kulture zlatnog hemolitičnog stafilokoka. On nije proteinske prirode, ni jedan filter ga ne zadržava, temepratura od 100 stepeni Celzijusa ga ne uništava. Dejstvo mu je katalitičko i u organizmu se ponaša kao induktor mehanizma odbrane. In vitro nema direktnog delovanja na bakterije, ali u organizmu neutralizuje njihove toksine i tako virulentne bakterije pretvara u avirulentne. Smanjuje rezistentnost bakterija prema antibioticima. Pre davanja potrebno je uraditi testove na koži podlaktice radi utvrdjivanja osetljivosti organizma na anatoskin. Potom se aplikuje u različitim razblaženjima koja se postepeno povećavaju.

Rehabilitacija bolesnika

Vraćanje funkcije lokomotornog aparata je krajnji i najvažniji cilj lečenja bolesnika sa koštanom infekcijom. Povratak na radno mesto ili usmeravanje bolesnika na zanimanje koje neće pogoršati bolest, zadatak je, ne samo ortopeda, nego i fizijatra, socijalnog radnika i psihologa. Njihova saradnja predstavlja garanciju uspeha lečenja i izlečenja ovih bolesnika.

Kinezi terapijom se nastoji povratiti potpuna pokretljivost zglobova i snage mišića, tj. osposobljavanje bolesnika za normalan život i rad.

Ultravioletno zračenje pomaže zarastanje kožnih defekata, a infracrveno ubrzava cirkulaciju krvi u obolelom ekstremitetu. Dejstvo sunčevih zraka, peska i nadmorske visine na organizam u celosti, i na brzinu zarastanja fistule je takodje značajno u terapiji infekcije kosti.

Radna i okupaciona terapija ima veliki psihološki značaj za bolesnika u dugotrajnom procesu lečenja. Povratak na radno mesto ili prekvalifikacija na zanimanje koje neće pogoršati bolest predstavlja preduslov psihološke i socijalne rehabilitacije bolesnika, što je i prevashodni cilj sveukupnog lečenja.

Samo jedinstvo hirurškog, antibiotskog, imunološkog i fizikalnog lečenja daju nadu za uspeh u lečenju infekcije kosti

LITERATURA

1. Duwelius JP, Schmidt HA. Assessment of bone viability in patients with osteomyelitis: Clinical experience with Lase Doppler flowometry (LDF). J. Orthop. Trauma 1992; 6: 508-509.
2. Horwitz T. Surgical treatment of chronic osteomyelitis complicating fractures. Clin. Orthop. 1976; 114: 207-208.
3. Rosenthal ER, Mac Phail AJ, Ortiz EJ. Non-union on open tibial fractures. J. Bone Joint Surg. 1977; 59A: 224-248.
4. Sachs LB, Shaffer WJ. A staged papineau protocol for chronic osteomyelitis. Clin. Orthop. 1984; 184: 256-263.
5. Milankov M, Krajčinović J, Vukadinović S, Jovanović A, Miličić A, Savić D. Osteomijelitis posle preloma maleolusa. Srp. arh. celok. lek. 1992; 120(1-2): 31-33.

6. Duwelius JP, Schmidt HA. Assessment of bone viability in patients with osteomyelitis: Clinical experience with Lase Doppler flowometry (LDF). J. Orthop. Trauma 1992; 6: 508-509.
7. Vukadinović S. Primena "disulphine Blue" preparata u lečenju inficiranih preloma. XVI ortopedski i traumatološki dani Jugoslavije, Zbornik rezimea, Priština , 1985: 45.
8. Gristina GA, Costerton JW. Bacterial adherence to biomaterials and tissue. J. Bone Joint Surg. 1985; 67A: 264-273.
9. Gristina GA, Naylor TP, Myrvik NQ. Mehanisms of musculosceletal sepsis. Orthop. Clin. North Am. 1991; 3: 363-371.
10. Agadžadnjan VV, Pak PV, Kalašnikov VV, Abrasilov NR. Gnojnie osložnjenjia perelomov njižnjih konečnostej. Vestn. Khir. 1983; 131: 63-66.
11. Horwitz T. Surgical treatment of chronic osteomyelitis complicating fractures. Clin. Orthop. 1976; 114: 207-208.
12. Rosenthal ER, Mac Phail AJ, Ortiz EJ. Non-union on open tibial fractures. J. Bone Joint Surg. 1977; 59A: 224-248.
13. Sachs LB, Shaffer WJ. A staged papineau protocol for chronic osteomyelitis. Clin. Orthop. 1984; 184: 256-263.
14. Sarkisov SD, Kostjučenok MB, Amiraslanov AJ, Kolokoljčikova GE, Paljcin AA, Goradev FV. Kosteobrazovanjije v uslovijah dozirovanoj distrakcij u boljnih s otkritim prelomami dljinih trubčatih kostej, osložnjenimi gnojnoj infekcije., Arkh. Patol. 1985; 47: 17-23.
15. Estrehai LJ, Sennett B, Gelb H, Heppenstall B, Brighton TC, Osterman LA, Larossa D, Gelman H, Goldstein G. Treatment of chronic osteomyelitis complicating nonunion and segmental defects of the tibia with open cancellous bone graft, posterolateral bone graft, and soft-tissue transfer. J. Trauma 1990; 30: 49-54.
16. Berry JD, Chanddler PH, Reilly TD. The use of bone alografts in two-stage reconstruction after failure of hip replacements due to infection. J. Bone Joint Surg. 1991; 73A: 1460-1468.
17. McDonalds JD, Fitzgerald HR, Ilstrup MD. Two-stage reconstruction of total hip arthroplasty because infection. J. Bone Joint Surg. 1989; 71A: 828-834.
18. Göksan BS, Freeman RAM. One-stage reimplantation for infected total knee arthroplasty. J. Bone Joint Surg. 1992; 74B: 78-82.
19.Schoifet DS, Morrey FB. Treatment of infection after total knee arthroplasty by debridement with retention of the components. J. Bone Joint Surg. 1990; 72A: 1383-1390.
20.Wilson GM, Kelley K, Thornhill ST. Infection as complication of total knee-replacement arthroplasty. J. Bone Joint Surg. 1990; 72A: 878-883.
21.Buchhollz WH. Primary exchange of infected prothesis using antibiotic-loaded cement. In: Marti KR. Progress in cemented total hip surgery and revision. Preoceedings of a simposium Amsterdam. 1982: 155-160.

22. Gustilo BR. Management of infected nonunion. In: Evarts MG. Suregery of the musculosceletal system. Vol. IV. Churchill Livingstone, New York, 1983.
23. Muller EM, Allgowe M, Schneider R, WilleneggerH. Udžbenik osteosinteze ao metoda, Jugoslovenska medicinska naklada, Zagreb, 1981.
24. Lidgren L, Torholm C. Intramedullary reaming in chronic diaphyseal osteomyelitis. Clin. Orthop. 1980; 151: 215-221.
25. Behrens F. External sceletal fixation. Amer. Ac. of. Orth. Surg. Instruct. Course Lect. 1981; 30: 112-118.
26. Cattaneo R, Vilia A, Catageni M, Tentori L. Traitment des pseudoarthroses diaphysaries septiques ou septiques selon la metode džllizaro en compression monofocale. Rev. Chir. Orthop. 1985; 71: 223-229.
27. Hartofilakidis P, Garofalidis G, Stamos C, Nikiforidis P, Bobotas K. Infected pseudoarthrosis treatment and results in 35 cases. VI Kongres ortopeda i traumatologa Mediterana i Srednjeg istoka, Zbornik radova, ,Split, 1980.
28. Jenny G, Taglang G, Kempf I. Primena spoljašnjeg fiksatora po Hoffmannu u lečenju inficiranih pseudoartroza dijafize sa nedostatkom koštane supstance. XII ortopedsko-traumatološki dani Jugoslavije, Zbornik radova, Društvo lekara Vojvodine, Novi Sad, 1981.
29. Kenneth DJ. Management malunion and nonunion of tibia. Orthop. Clin. North. Am. 1987; 18: 157-171.
30. Krempen FJ, Silver AR, Sotelo A. The use of vidal-andrey external fixation system. Clin. Orthop. 1979; 140: 122-130.
31. Lifeso MR, Al Sati F. The treatment of infected and uninfected non union. J. Bone Joint Surg. 1984; 66B: 573-579.
32. Mears CD. External sceletal fixation. Amer. Ac. of Orthop. Surg. Instruct. Course Lect. 1981; 30: 176-179.
33. Scharf W, Orthner E, Weinstabl R, Hertz H. Uber die behandlung inficierter unterschenkelfracturen un pseudoartrosen mittels fixateur externe. Akt. Traumatol. 1984; 14: 243-247.
34. Stevanović M, Urošević S, Ganić Z, Blagojević D. Hirurške mogućnosti lečenja inficiranih defektnih pseudoartroza potkolenice. VI ortopedski i traumatološki dani Jugoslavije, Zbornik radova Priština, 1986: 43-47.
35. Kelly JP, Fitzgerald HR, Cabanela EM, Wood BM, Cooney PW, Arnold GP, Irons BG. Results of treatment of tibial and femoral osteomyelitis in adults. Clin. Orthop. 1990; 259: 295-303.
36.Stasikelis PJ, Calhoun JH, Ledbetter BR, Anger DM, Mader JT. Treatment of infected pilon nonunions with small pin fixators. Foot Ankle 1993; 14: 373-379.
37. Krajčinović J. Spoljašnji fiksator. Novi Sad, 1990.
38. Milankov M, Vukadinović S, Jovanović A, Miličić A. Spoljašnji fiksator u lečenju inficiranih pseudoartroza. X Kongres udruženja ortopeda i traumatologa Jugoslavije, Zagreb, 1990: 208.

39. Milankov M, Krajčinović J, Vukadinović S, Jovanović A, Miličić A, Savić D. Lečenje inficiranih pseudoartroza potkolenice. Vojnosanit. pregl. 1993; 50: 129-133.
40. Cabanela ME. Open cancellous bone grafting of infected bone defects. Orthop. Clin. North Am. 1984; 15: 427-439.
41. Mears CD. External sceletal fixation. Amer. Ac. of Orth. Surg. Instruct. Course Lect. 1981; 30: 176-179.
42. Ruttle EP, Kelly JP, Arnold GP, Irons BG. Chronic osteomyelitis treated with muscle flap. Orthop. Clin. North Am. 1984; 15: 451-459.
43. Kenneth DJ. Management malunion and nonunion of the tibia. Orthop. Clin. North Am. 1987; 18: 157-171.
44. Freeland EA, Mutz BS. Posterior bone-grafting for infected ununited fracture of the tibia. J. Bone Joint Surg. 1976; 58A: 653-657.
45. Wood BM, Cooney PW. Vascularized bone segment transfers for manangement of clinic osteomyelitis. Orthop. Clin. North. Am. 1984; 15: 461-472.
46. Hedstrom S, Lidgren L, Torholm C, Onnerfalt R. Antibiotic containing bone cement beads in the treatment of deep muscle and sceletal infections. Acta Orthop. Scand. 1980; 51: 863-869.
47. Milankov M, Krajčinović J, Banić B, Vukadinović S, Jovanović A, Miličić A, Savić D. Lokalna primena antibiotika u terapiji osteomijelitisa, Srp. arh. celok. lek. 1992; 120(Suppl): 11-12.
48. Milankov M, Krajčinović J, Banić B, Jovanović A, Miličić A, Savić D. Rezultati lečenja inficiranih pseudoartroza. Med. Pregl. 1992; 45(1-2): 40-44.
49. Clawson KD, Davis JF, Hansen TS. Treatment of chronic osteomyelitis with emphasis closed suction-irrigation tehnic. Clin. Orthop.1973; 96: 88-97.
50. Bansal PV, Harmit S. Management of chronic osteomyelitis using irrigation suction tehnique. International Orthopaedics (SICOT) 1988; 12: 265-268.
51. Cornell CN, Lane MJ, Tyndall SD, Waller S, Brause DB. Treatment of experimental osteomyelitis using antibiotic impregnated bone graft substitute. J. Orhop. Trauma 1993; 2: 184-185.
52. Evans RP, Nelson CL. Gentamicin-impregnated pmma beads compared with systemic antibiotic therapy in the treatment of chronic osteomyelitis. Clin. Orthop. 1993; 295: 37-42.
53. Calhoun JH, Henry SL, Anger DM, Cobos JA, Mader JT. The treatment of infected nonunions with gentamicin-pmma antibiotic beads. Clin. Orthop. 1993; 295: 23-27.
54. Lob G, Burri C. Postraumatic and orthopaedic infections. In: Marti KR. Progress in cemented total hip surgry and revision. Proceedings of symposium Amsterdam 1982: 133-146.
55. Becker OR. Electrical treatment of osteomyelitis. In: Evarts MC. Surgery of the musculosceletal system. Churcill Livingstone, New York 1983.

56. Sep D, Krajčinović J. Naši rezultati elektrobiološke stimulacije kalusa, Med. Pregl. 1989; 11-12: 445-450.
57. Bernard M, Morrey F, Dunn MJ, Heimbach DR. Hyperbaric oxigen and chronic osteomyelitis. Clin. Orthop. 1979; 144: 121-127.
58. Dekleva N. Uvod u hiperbaričnu medicinu. Naučna knjiga Beograd, 1980.
59. Arnold GP, Irons BG. Lower extremity muscle flaps. Orthop. Clin. North. Am. 1984; 15: 441-449.
60. Irons BG, Fischer J, Schmmit HE. Vascularized muscular and musculocutaneous flaps for management of osteomyelitis. Orthop. Clin. North Am. 1984; 15: 473-480.
61. Popović AM, Vrevc F. Inficirane pseudoartroze potkoljenice. Acta Orthop. Iugosl. 1986; 17(suppl): 66-68.
62. Shannon PA, Woolhouse MF, Eisinger JP. The treatmentof chronic osteomyelitis by saucerization and immediate skin grafting. Clin. Orthop. 1973; 96: 98-107.
63. Horwitz T. Surgical tretament of chronic osteomyelitis complicating fractures. Clin. Orthop. 1976; 114: 207-208.
64. Popović AM, Vrevc F. Inficirane pseudoartroze potkoljenice. Acta orthop. Iugosl. 1986; 17(suppl.): 66-68.
65. Meyer S, Weiland JA, Willenegger H. The treatment of infected non-union of fractures of long bones. J. Bone Joint Surg. 1975; 57A: 836-842.

Teorijske osnove primene protočne drenaže

Milankov Miroslav
Bukurov Maša

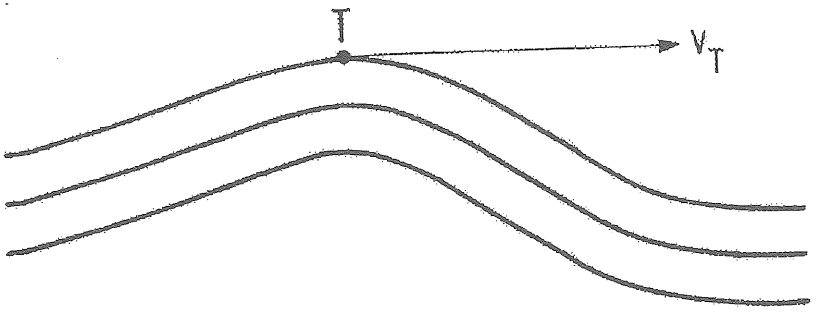
Klasična hidrodinamika, nauka o strujanju, bavi se isključivo istraživanjem idealnih tečnosti. Kod njih se zanemaruje trenje i smatra se da su u potpunosti nestišljive tj. promenom pritiska zapremina se ne menja. Medjutim, veliki broj rezultata dobijenih na ovim idealizovanim pretpostavkama ostao je neupotrebljiv za realne tečnosti, tako da se zbog praktičnih potreba razvila hidraulika, nauka koja svoja istraživanja i rezultate primarno temelji na eksperimentu. Pod tehničkom hidromehanikom se podrazumeva disciplina koja obuhvata klasičnu hidromehaniku, hidrauliku i aerodinamiku. U okviru hidromehanike, problemima kretanja tečnosti bavi se hidrodinamika.

Za tečnosti je karakteristična laka medjusobna pokretljivost pojedinih elemenata. Zbog toga ti elementi na raznim mestima struje tečnosti imaju različitu brzinu po veličini i smeru. Pravac kretanja tečnosti, za koji se zamišlja da je sastavljen iz materijalnih tačaka, tokom kretanja stalno se menja.

Pored ostalih problema, hidrodinamika proučava i probleme proticanja. Tu spada pojava strujanja tečnosti kroz cevi, kanale, odnosno, uopšteno izmedju čvrstih zidova.

Strujanje tečnosti može se prikazati pomoću strujnica. To su linije koje povezuju deliće tečnosti u usmerenom kretanju. Tangenta u tački strujnice T odredjuje pravac brzine fluida (Slika 5). Ako se strujnica tokom vremena menja, govori se o nes-

tacionarnom strujanju tečnosti. Kod stacionarnog strujanja, strujnica predstavlja putanju koju opisuje element tečnosti tokom kretanja. Strujnice koje prolaze konturom neke površine tečnosti definišu strujni tok (Slika 6).

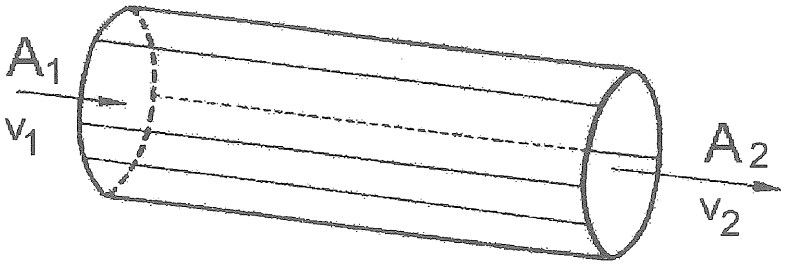


Slika 5

Za elementarni strujni tok i nestišljivo strujanje jednačina kontinuiteta glasi:

$$v_1 dA_1 = v_2 dA_2 = dQ$$

dQ je elementarna količina tečnosti koja protiče u jedinici vremena kroz bilo koji presek dA normalan na smer brzine, a v je oznaka za brzinu (Slika 6).



Slika 6

Za jednodimenzionalno opisivanje pojava proticanja i isticanja tečnosti koristi se Bernulijeva (Bernoulli) jednačina koja u najjednostavnijem slučaju ima oblik:

$$\frac{p}{\rho g} + h + \frac{v^2}{2g} = \text{const}$$

p - pritisak (Pa)

ρ - gustina (kg/m^3)

h - visina (m)

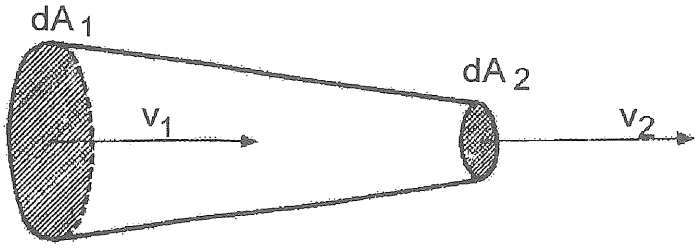
v - brzina (m/s)

g - gravitaciono ubrzanje (m/s^2)

Prema ovoj jednačini za situaciju na slici 7 ona bi izgledala:

$$\frac{p_1}{\rho g} + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + h_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

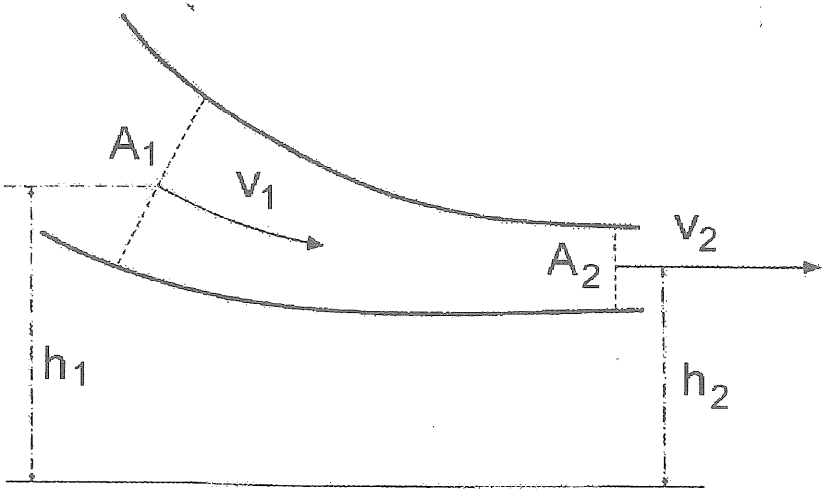
Opšta teorija kretanja idealnih, a posebno realnih tečnosti, nije jedostavna. Postoji više faktora kod takvih pojava čiji uticaj nije jednostavno izraziti. Zbog adhezijskih sila realne tečnosti prijanjaju uz zid cevi ili kanala kroz koji struje. Pri tome važnu ulogu igra hrapavost zida koja utiče na koeficijent otpora.



Slika 7

Slika 7 i 8 ilustruju strujanje fluida kroz promenljiv poprečni presek.

Razlikuju se dve vrste strujanja: laminarno i turbulentno.



Slika 8

Kod laminarnog strujanja strujnice su prave linije paralelne sa osom cevi. Profil brzine za laminarno strujanje je paraboličnog oblika (Slika 9).

Za laminarno strujanje u cevima kružnog poprečnog preseka pad pritiska usled trenja odredjen je relacijom:

$$p = \frac{64}{Re} * \frac{l}{d} * \rho \frac{c^2}{2} [Pa]$$

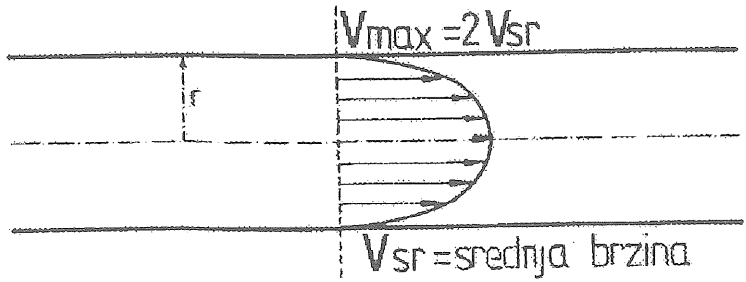
Re = Reynolds-ov broj (Re = vd/υ)

υ = kinematska viskoznost (za čistu vodu vodu na temperaturi od 15^{o} C iznosi 1,142x10^{-6} (m^{2}/s)

d = prečnik cevi (m)

v = brzina (m/s)

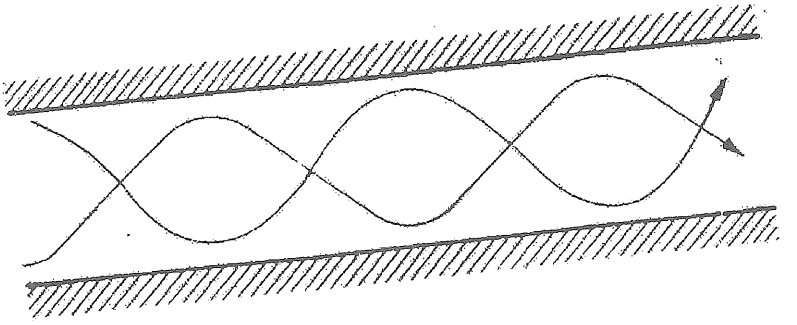
Ako se poveća brzina strujanja u cevi iznad Re=2300, strujanje prelazi iz laminarnog u turbulentno (vrtložno strujanje).



Slika 9

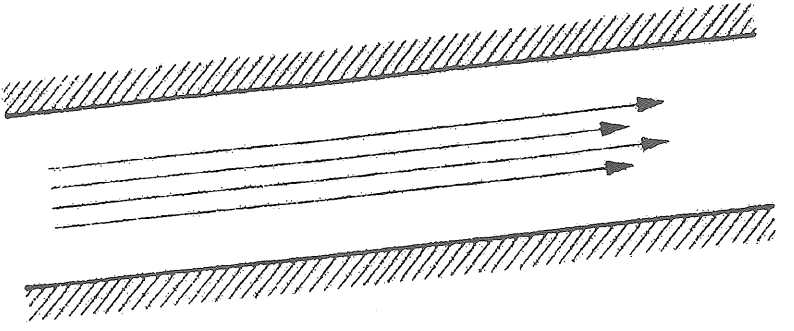
Pri turbulentnom strujanju nastupa potpuno nepravilno kretanje elemenata tečnosti, uz mešanje tečnosti, pošto brzina pored komponente u smeru ose kretanja ima i bočne komponente. Nestacionarnost je takodje karakteristika turbulentnog strujanja. (Slike 9, 10). Laminarno strujanje (Slika 11) prelazi u turbulentno povećavanjem srednje brzine strujanja ili

povećavanjem promera cevi, odnosno ako se smanjuje kinetička viskoznost. Hrapavost zidova cevi ima uticaja na koefi-



Slika 10

cijent otpora, a takodje i talozi koji se stvaraju na zidovima cevi.

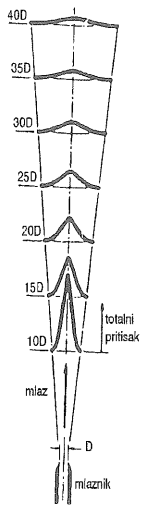


Slika 11

U literaturi se nalaze podaci o specifičnostima kretanja tečnosti u posebnim situacijama koji su statistički izvedeni na temeljima eksperimentalnih istraživanja, dok se manje može govoriti o nekim opštim pravilima koja bi rešavala svaku situaciju. Stoga je u svakoj posebnoj situaciji korisno pristupiti eksperimentalnom istraživanju.

Teorija dvodimenzionalnog strujanja slobodnog i ograničenog mlaza

Teorija dvodimenzionalnog strujanja slobodnog mlaza dobro je proučena zahvaljujući njenoj ne tako davnoj, tada perspektivnoj, primeni u upravljačkoj tehnici. Pri udaru slobodnog mlaza u okolno tkivo rane, kinetički efekat se može posmatrati vizuelno, iz rane izdvojenog materijala. Efekti ograničenog mlaza su dvojaki: kinetički udar i stvaranje vrtložnog polja, koje znatno proširuje zonu sa većim brzinama (vrtložna zona se vezuje uz zidove).



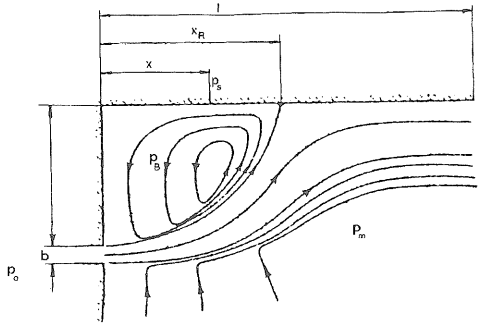
Slika 12

Procena udela vrtložnog polja u efikasnosti ispiranja može da se donese na osnovu svojstava Koandinog efekta. Transformacija slobodnog mlaza u ograničen mlaz, sa svim promenama parametara, može se pratiti uvidom u priloženu elementarnu teoriju i dati primer.

Merenje brzine slobodnog mlaza i merenje brzine slobodnim mlazom

Osnovno svojstvo fluidnog mlaza, promena totalnog pritiska ($p+\frac{1}{2}\rho v^2$), prikazano je na slici 12.

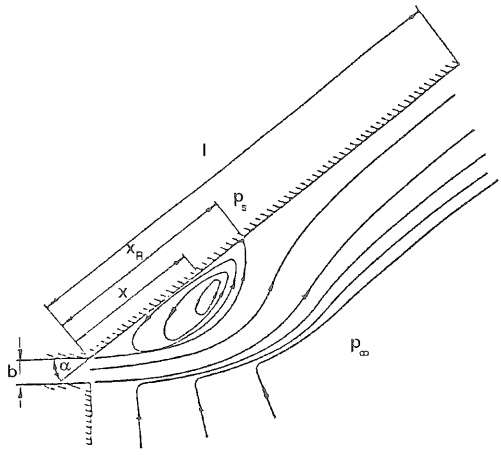
Ograničeni mlaz



Slika 13

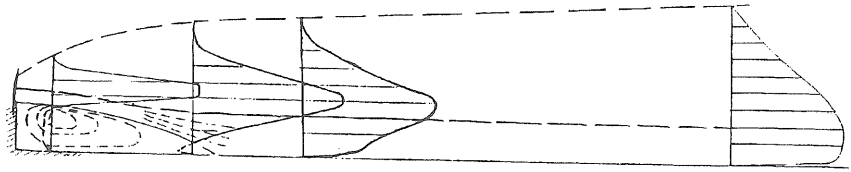
Fenomen je uočio i ispitivao Henri Koanda. Može se predstaviti tako da se u blizini slobodnog mlaza koji ističe iz mlaznice male širine, postavi na nekom rastojanju ploča, paralelno sa osom

mlaznice (Slika 13) ili nagnuta za izvestan ugao prema osi mlaznice (Slika 14).



Slika 14

Kada mlaz istekne u okolni mirni medijum, visoko nestabilni smicajni sloj na obe strane mlaza brzo postane turbulentan i povlači za sobom okolni fluid. Fluid izmedju mlaza i ploča biva pokrenut, ubrzava se, i statički pritisak na ploči postaje manji od pritiska okoline. Kao posledica smanjenja pritiska, mlaz skreće prema ploči, pa



Slika 15

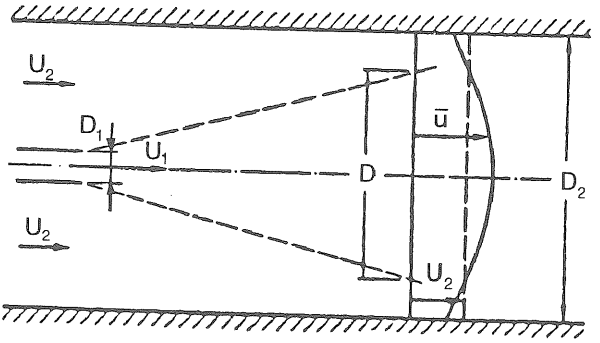
se pritisak i dalje smanjuje. Tako se, konačno, ako je ploča dovoljno duga, tok priljubljuje uz nju, okružujući vrtložnu zonu. Pritom, mora se voditi računa da mlaz bude dvodimenzionalan.

Henri Koanda je praktično iskoristio priljubljivanje mlaza pri dvodimenzionalnim i osnosimetričnim ispitivanjima da bi:

- poboljšao ispiranje mašina sa unutrašnjim sagorevanjem;
- povećao pritisak mlaznika sa indukovanim tokom;
- povećao maksimalni koeficijent dizanja krila (Slika 15)

Osnovne razlike izmedju ograničenog i neograničenog strujnog polja

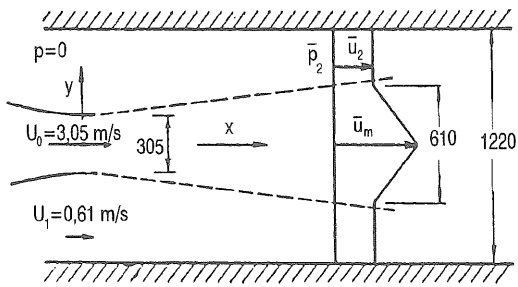
Najpre je potrebno razmotriti razlike izmedju ograničenog i neograničenog strujnog polja. Osnovna pretpostavka koja važi za neograničene protoke je odsustvo gradijenta pritiska ili konstant-



Slika 16

nost količine kretanja kroz sve poprečne preseke. Uslov neprekidnosti (kontinuiteta) zadovoljen je bočnim prisisavanjem fluida iz okolnog prostora. Ako je strujni prostor ograničen, takvo bočno strujanje na spoljašnjim granicama mlaza ne može da se pojavi. Nepromenljiv je, u uzastopnim poprečnim presecima, ne količina kretanja, nego protok. Rezultujuće promene količine kretanja, od preseka ka preseku zone difuzije (zona mlaza), zahtevaju promenu gradijenta pritiska. Ilustracija ovog složenijeg rasporeda brzina, u ograničenom prostoru prikazana je na slici 16.

Ravanska struja mlaza u ograničenom prostoru



Slika 17

Na priloženoj šemi predstavljeno je dvodimenzionalno strujanje u ograničenoj dvostrujnoj oblasti. Radi jednostavnosti, brzina u zoni difuzije je predstavljena oblikom trougla, a pritisak je konstantan u bilo kom poprečnom preseku. Zanemarujući

razvitak (povećanje) graničnog sloja duž spoljašnjih zidova, može se odrediti osna brzina, brzina $\overline{u_2}$ van zone difuzije i intenzitet pritiska $\overline{p_2}$ u preseku gde je širina difuzione zone jednaka, npr. duploj širini mlaza. Gustina mlaza jednaka je 1000 kg/m^3 (Slika 17).

Jednačina kontinuiteta zahteva

Primena Bernulijeve jednačine niz strujno, dovodi do izraza:

$$\rho U_1^2 = \rho \overline{u}_2^2 + 2\overline{p}_2$$

Dalje, relacija za promenu količine kretanja, može se predstaviti kao:

$$-4\overline{p}_2 = 2\rho \int_0^1 \overline{u}_2^2 - \rho U_0^2 - 3\rho U_1^2 + 2\rho \overline{u}_2^2$$

gde je $\overline{u}$ brzina u proizvoljnoj tački. Integral lako može da se odredi, ako se koristi

$$\overline{u} = \overline{u}_m - y\left(\overline{u}_m - \overline{u}_2\right)$$

Rešenje jednačina uz date vrednosti dovodi do $\overline{u_m}$ = 3,57 m/s; $\overline{u_2}$ = 0,433 m/s; $\overline{p_2}$ = 94,84 Pa.

Osna brzina

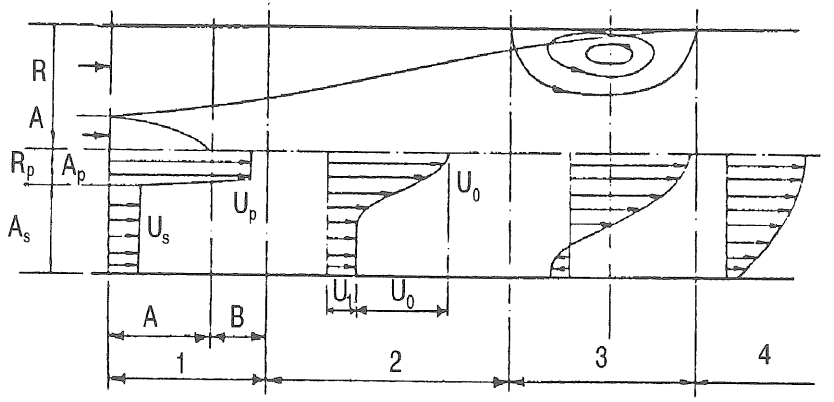
$\overline{u_m}$ veća je od početne brzine mlaza U_0 samo zbog eksperimentalno, odnosno iskustveno prihvaćenog trougaonog rasporeda brzina. Očigledno je da pritisak $\overline{p_2}$ predstavlja relativan pritisak, pošto je na izlazu mlaza pritisak okoline $\overline{p} = 0$.

Zaključne napomene o hidrodinamici ograničenog (koaksijalnog) mlaza

Glavne karakteristične razlike strujanja ograničenog i slobodnog mlaza su prisutnost osnog gradijenta pritiska i mogućnost povratnog strujanja. Uopšteno, mlaz se razvija u okolnu-koaksijalnu struju, čija brzina opada sa povećanjem rastojanja od mlaznika. U cevi konstantnog poprečnog preseka (ograničeno strujno polje), gradijent pritiska je posledica promene količine kretanja. Ukupan protok mase u cevi je konstantan. Količina kretanja varira duž ose zavisno od promene pritiska. U slobodnom mlazu, sa konstantnim ambijentnim pritiskom, protok mase se menja, dok količina kretanja ostaje konstantna. Gradijent pritiska uzrokovan ograničenim mlazom,

širi strujnice i smanjuje relativne napone koaksijalne struje. Dimenzije mlaznika i ograničavajuće cevi, odredjuju promenu pritiska i strujnu sliku.

Nasuprot kompleksnosti ovakvog strujanja, kvalitativna i kvantitativna saznanja mogu se dobiti na osnovu ponašanja slobodnog mlaza. Na slici 18. ilustrovan je razvoj ograničenog



Slika 18

mlaza čija je ulazna brzina Up iz mlaznika poluprečnika Rp. Poluprečnik ograničavajuće cevi je R. Uz strujni kraj cevi je otvoren i spojen sa atmosferom iz koje jednolikom brzinom Us pritiče koaksijalna struja fluida. Ova strujna slika predstavlja idealizovanu ejektorsku ili mlaznu pumpu. Ukoliko se, zbog

jednostavnosti, zanemare efekti graničnog sloja, mogu se identifikovati tri principijelna strujna režima.

1. Prelazna zona u kojoj brzina mlaza zadržava skoro konstantan oblik do rastojanja od osam do dvadeset prečnika mlaznika. To postoje dve podzone:

A - u kojoj se potencijalno jezgro mlaza erodira zbog postojanja prstenastog mešajućeg sloja

V - od kraja potencijalnog jezgra do tačke gde profili postaju približno istog-očuvanog izgleda.

Dužina potencijalnog jezgra zavisi od odnosa brzina, oblika mlaznika i ulaznih strujnih uslova. Za "čiste" ulazne uslove (kratak mlaznik, uniformni profili i slobodan mlaz niskog turbulentnog nivoa), dužina potencijalnog jezgra mlaza je približno (4÷12m) prečnika mlaznika, gde je m odnos sekundarne i primarne brzine.

2. Zona u kojoj se spoljna struja može smatrati uniformnom potencijalnom strujom, a raspodele brzine mlaza i tangencijalnog napona se mogu smatrati skoro nepromenjenim. Mlaz se širi, meša sa okolnim fluidom, zbog čega mu brzina opada, što uslovljava pojavu pozitivnog gradijenta pritiska duž ose (pritisak raste nizstrujno). Strujna struktura u ovom regionu liči donekle na ponašanje slobodnog mlaza u okolnoj sredini konstantnog pritiska.

3. Oblast povratnog strujanja (vrtložne zone) pojavljuje se kada se se celokupno sekundarno strujanje deformisalo

(priključilo mlazu), a da mlaz koji se širi nije dostigao cevni omotač. Pošto mlaz do te tačke nije uspeo da stigne, sekundarna struja nastavlja da se smanjuje, fliuid se nistrujno usporava i menja smer kretanja. Profil brzine mlaza menja oblik i spoljno strujanje se više ne može smatrati za nerotirajuće jer se sastoji iz fluida koji recirkuliše kroz sam mlaz. Recirkulaciona zona se može smatrati za zonu približno uniformnog pritiska sve do tačke gde se mlaz približava zidu. Dalje opadanje masenog protoka usporavane sekundarne struje, u uslovima otvorene cevi, povećava opseg recirkulacione zone sve dok sekundarna struja potpuno ne nestane i primarni mlaz bude okružen toroidalnom recirkulacijom u blizini mlaznika. Pod ovim uslovima struja prestaje da nalikuje slobodnom mlazu: stepen širenja više nije ni približno konstantan, kao što je bio dok je struja bila nevrtložna, a strujna slika liči na onu kada je u pitanju naglo proširenje strujnog preseka, iako postoje razlike u detaljima.

4. Zona nizvodno od tačke na kojoj mlaz dodiruje zid. Razmatrani gradijent pritiska se može ustanoviti u uzstrujnom delu ove zone u blizini tačke dodira; profil brzine menja oblik i mlaz se ne može smatrati ni približno očuvanim. Daleko nizstrujno vraća se u potpuno razvijeno strujanje kroz cev.

Ova pojednostavljena slika kompleksnog strujanja se nadalje komplikuje zbog prisustva graničnog sloja na zidu cevi i prstenastog traga primarnog mlaznika. Granični sloj raste

nasuprot gradijentu pritiska koji može da bude dovoljan da izazove lokalno odvajanje. Početno širenje mlaza i dužina prve oblasti zavisi od geometrije mlaznika i ulaznih uslova. Razlika može da se uoči izmedju strujanja kroz "otvorenu cev" (ovde opisanu) i "zatvorene cevi" i konfiguracije "zatvorene cevi", tipične za aksijalne peći, gde se koaksijalni mlaz pretvara u iznenadnu ekspanziju.

LITERATURA

1.Rajaratnam H. Turbulent mixing and difusion of jets. In: Cheremisinoff PN. (ed) Encyclopedia of fluid mehanics. Golf Publisching Company, Book Division. Houston 1986: 391-406.
2.Rice P. Batchwise jet mixing in tanks. In: Cheremisinoff PN. (ed) Encyclopedia of fluid mehanics. Golf Publisching Company, Book Division. Houston 1986: 466-474.
3.Bukurov Ž. Mehanika fluida. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1987.
4.Boda A. Adatok az osteomyelitis pathogenesisenek, korlefolyasanak es klinikumanak kerdeseihez. Doktorska disertacija, Budapest, 1973.
5.Boda A. Uber die hydraulischen probleme der sog. antibakteriellen spuldrainage chirurgister infektionen und osteomyelitischer hohlen. Arch. Orthop. Unfall Chir. 1977; 87:117-128.
6.Boda A. Antibiotic irrigation-perfusion treatment chronic osteomyelitis. Arch. Orthop. Traumat. Surg. 1979; 95:31-35.
7.Rauz H. Mehanika židkosti. Izadeljstvo literaturi po stroiteljstvu. Moskva 1967.
8.Sovilj R, Bukurov Ž, Buković V, Cvijanović P, Stevanov M. Upravljački elementi na principu Koandinog mlaza. Institut mašunskog fakulteta u Novom Sadu, Novi Sad, 1974.

Klinička primena protočne drenaže

Milankov Miroslav
Janjić Đorđe
Ercegan Goran

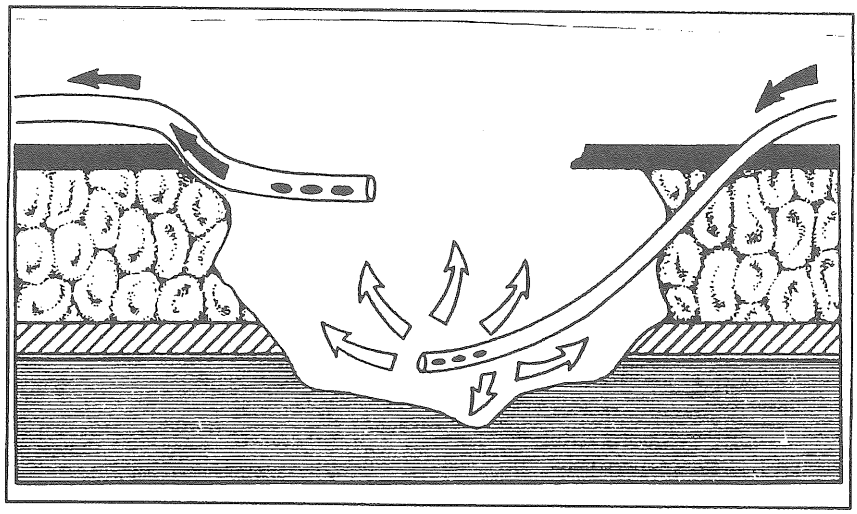
Posle radikalnog debridmana žarišta koštane infekcije, eventualnog uklanjanja fiksacionog materijala, detaljnog ispiranja nastale šupljine u tkivu ekstremiteta, uklanjanja komadića tkiva i kosti koji bi mogli dovesti do začepljenja lumena odvodnog drena, na kraju operativnog zahvata postavlja se sistem protočne drenaže. Pri primeni ove metode neophodno je pridržavati se osnovnih postulata metode, jer u protivnom sistem ne bi funkcionisao.

Na oblik osteomijelitične šupljine se ne može uticati, kao i ni na položaj ekstemiteta i stvaranje vazdušnih džepova, te se ovi nedostaci pokušavaju kompenzovati pravilnim postavljanjem drenova.

Boda ***(Boda, 1973; 1977; 1979)***, je najviše proučavao hidrodinamske efekte protočne drenaže On smatra da dovodni dren, koji može biti tanjeg promera od odvodnog, treba postaviti tako da se deo sa rupicama nalazi u najnižoj tački osteomijelitične šupljine. Ukoliko bi se drenovi postavili obrnuto, odnosno tanji dren bliže površini, a deblji dren dublje, tečnost bi jednostavno, najkraćim putem prelazila iz ulaznog drena, koji bi tada bio smešten površnije, ka izlaznom drenu koji bi vukao tečnost sa dna šupljine. Time bi efekat čišćenja šupljine izostao. Odvodnim drenom se izvlači tečnost iz šupljine sa delovima

detritusa, krvi i sitnim sekvestrima kosti. Radi boljeg ispiranja osteomijelitične šupljine može se koristi i set više drenova koji se postavljaju u džepove osteomijelitične šupljine.

Klavson i sar. ***(Clawson i sar., 1973)***, Evrar ***(Evrard, 1987)***, i Banzal (***Bansal, 1988***) postavljaju drenove tako da



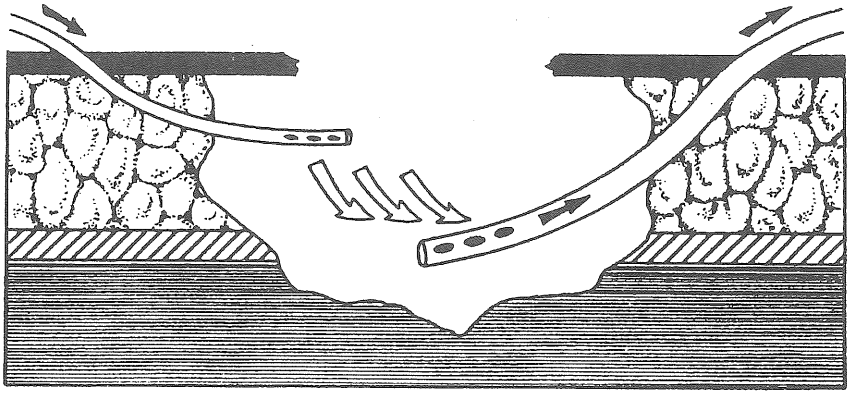
Slika 19

delovi sa rupicama budu naslonjeni jedan na drugi, spojeni apsorptivnim koncem, što je sa hidrodinamičke tačke gledišta izuzetno nepovoljno, kao i u slučaju postavljanja jednog drena u drugi.

Kod ispiranja medularnog koštanog kanala, posle osteosinteze intramedularnim klinom, ulazni dren se postavlja u lumen klina sve do njegovog kraja, a izlazni, takodje, u lumen klina, ali proksimalnije. U slučaju da je prelom već saniran, klin

se vadi iz medularnog kanala, fistula ekscidira, a distalno se kroz korteks pravi burgijom kosi kanal kroz koji se izvodi izlazni dren. Ulazni dren se plasira kroz kanal koji je služio za vadjenje klina (Slika 19).

Posle završetka debridmana žarišta infekcije, krajevi drenova se izvedu kroz načinjene otvore na koži udaljenim pet do deset santimetara od ivice rane. Rupice na ulaznom i

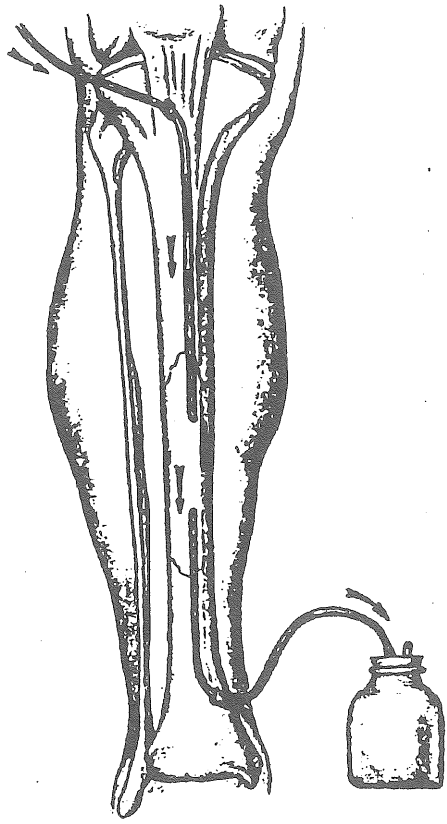


Slika 20

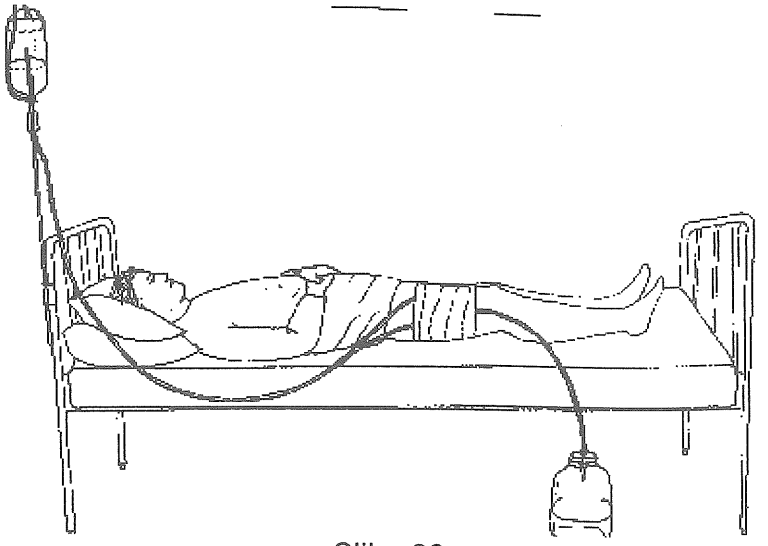
izlaznom drenu ne smeju doći izvan nivoa potkože, jer u protivnom funkcija sukcije izostaje. Drenovi se fiksiraju koncem da bi se spečilo njihovo pomeranje i izvlačenje. Operativna rana se zatvara hermetički, bez tenzije kože, a potom se proverava funkcionalnost sistema.

Sistem za ispiranje medularnog kanala golenjače

Na dovodni dren se priključuje boca sterilnog fiziološkog rastvora iz koje tečnost izlazi slobodnim padom, sa visine od dva metra u odnosu na tlo. Odvodni dren se spaja na bocu sa negativnim pritiskom od 400 milibara. Tek kad je u operacionoj sali utvrdjeno da sistem normalno funkcioniše, bolesnik se premešta na odelenje gde se nastavlja kontinuirana drenaža (slika 20). Boca sa sterilnim fiziološkim rastvorom se okači na stalak pored bolesničkog kreveta, na vi-



Slika 21



Slika 22

sini od oko dva metra, a odvodni dren priključi na bocu sa negativnim pritiskom.

U slučaju da se drenaža želi pospešiti vakum pumpom, ona se postavlja pored kreveta i uključuje na kontinuirani rad. Medicinska sestra na odelenju redovno kontroliše funkcionisanje sistema, menja boce sa fiziološkim rastvorom i prazni bocu za sukciju. U slučaju nastanka problema u funkcionisanju sistema, začepljenja drenova ili vlaženja zavoja na rani, obaveštava operatora.

Trajanje protočne drenaže

Vileneger i Rot ***(Willenegger, Roth, 1962)*** su primenjivali dugotrajnu protočnu drenažu, po nekoliko meseci. Pod njihovim uticajem ovu protrahovanu protočnu drenažu je tokom

šezdesetih i sedamdestih godina primenjivao veliki broj ortopeda. Početkom osamdesetih godina prevladava mišljenje da njeno trajanje treba ograničiti na pet do sedam dana, zbog opasnosti od nastanka superinfekcije gram negativnim bakterijama. Kontaminacija sistema protočne drenaže, pri zameni boca fiziološkog rastvora, je jedna od mogućih komplikacija.

Kloson i saradnici ***(Clawson, 1973)*** preporučuju korišćenje većih boca sa fiziološkim rastvorom.

Primena protočne drenaže zahteva izuzetno pažljiv pristup medicinskih sestara koje kontrolišu funkcionisanje sistema, naročito pri primeni velike količine tečnosti.

GRUPA 1	DANA	GRUPA 2
15	3-4	-
3	5-6	35
13	7-8	9
6	9-10	5
6	11-12	2
6	13-14	1
1	15-16	-
1	17-18	1
1	19-20	

Tebela 5

Na posmatranom bolesničkom materijalu prosečno trajanje protočne drenaže bilo je u prvoj grupi 8,27 dana (3 -19), a u drugoj 6,83 dana (5 -17). Trajanje

drenaže u prvoj grupi bilo je statistički značajno duže (t=2,07; p=0,04). Ispitivanje uticaja dužine trajanja protočne drenaže na lokalni nalaz pokazalo je da je ona najduže funkcionisala kod bolesnika koji su imali fistulu u vreme otpusta sa Klinike. To je uočljivije u prvoj grupi posmatranih bolesnika (2000 ml/dan), gde se javlja statistički značajna razlika izmedju dobrih i loših lokalnih nalaza, dok u drugoj grupi (6000 ml/dan) nema statistički značajne razlike kod različitih lokalnih nalaza (***Milankov, 1994***) .

Analiza varijanse za celokupni uzorak ukazala je na statistički značajno duže trajanje drenaže kod bolesnika koji su imali fistulu (F=8,74; p=0,0003). Dodatna analiza po grupama pokazala je da ova značajnost uslovljena promenama u prvoj grupi (2000 ml/dan), gde se, takodje, javlja statistički značajna razlika izmedju dobrih i loših lokalnih nalaza u odnosu na prosečno trajanje drenaže (F=4,67; p=0,014). U drugoj grupi (6000 ml/dan) nema statistički značajnih razlika u dužini trajanja drenaže kod različitih lokalnih nalaza (F= 0,35; p=0,56; n.s.). Najduže trajanje drenaže je bilo kod bolesnika sa lošim lokalnim nalazom. Zbog toga se može tvrditi da je značajnije kratkotrajno ispiranje (do 5 dana) velikom količinom tečnosti, nego dugotrajno malom količinom, pri čemu najčešće nastaju komplikacije u funkcionisanju, začepljivanje drenova detritusoim i superinfekcija ***(Milankov, 1994)***.

Vrednost antibotika u protočnoj drenaži

Mišljenja o vrednosti antibiotika u protočnoj drenaži su podeljena. Pojedini autori ističu značaj lokalnog delovanja antibiotika, drugi to negiraju. I ako su Dombrovski i Dan (***Dombrowski, Dunn, 1966***) I Fernandes-Sabate (***Fernandez-Sabate, 1976***) smatrali da se korisno delovanje protočne drenaže zasniva na razlici osmotskih pritisaka i temperature izmedju tkiva i upotrebljene tečnosti, kao i olakšanom izlasku belih krvnih zrnaca iz okolnih tkiva, ipak su koristili i antibiotik u protočnoj drenaži.

Istraživanja sprovedena na Klinici za ortopedsku hirurgiju i traumatologiju u Novom Sadu 1988. godine, na 33 bolesnika sa koštanom infekcijom, na osnovu praćenja prosečnih vrednosti CRP-a pokazala su da nema razlike u delovanju protočne drenaže samo sterilnim fiziološkim rastvorom i fiziološkim rastvorom kojem je dodat antibiotik (***Milankov, 1988***).

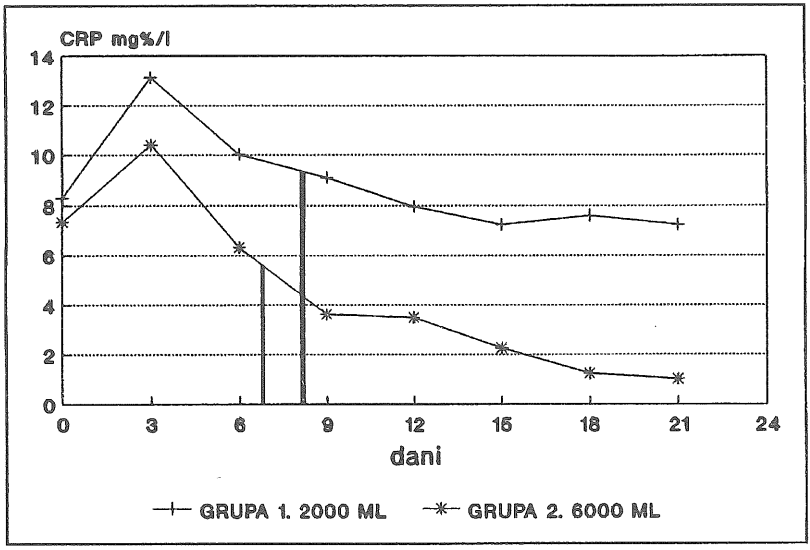
Praćenjem kliničkih rezultata do istog zaključka došli su Hedstrem i saradnici (***Hedstroem, 1980***) i Lindgren i Torholm (***Lidgren, Torholm, 1980***), smatrajući da nema značaja lokalno delovanje antibiotika, stavljajući u prvi plan mehaničko delovanje protočne drenaže.

Količina primenjene tečnosti

U protočnoj drenaži najčešće se primenjuje dva litra fiziološkog rastvora na sat, mada Hedstrem i saradnici (1980) i Kavašima i saradnici (***Kawashima, 1983***) već početkom osamdestih godina preporučuju primenu 10 do 15 litara dnevno, uz korišćenje aspiracione pumpe. Kloson i saradnici (1973), su primenjivali u protočnoj drenaži jedan do dva litra fiziološkog rastvora na sat. Oni smatraju da najvažniju ulogu igra količina tečnosti, pošto kliničkim pregledom nisu našli statistički značajnu razliku u rezultatu lečenja bolesnika tretiranih protočnom drenažom samo fiziološkim rastvorom i onih sa dodatim i antibiotikom.

Statističkom analizom dobijenih parametara, na posmatranom uzorku bolesnika, proverena je razlika u prosečnim vrednostima količine tečnosti koje su primenjene na ispitanicima sa različitim lokalnim nalazom (Tabela 17). Utvrdjeno je da se te količine značajno statistički razlikuju na nivou p=0,05 (F=3,3; p=0,04). Bolesnici koji su imali saniran lokalni nalaz primili su u poseku 5076 ml tečnosti, dok su oni sa nalazom lokalnog crvenila dobili 3000 ml. Bolesnici sa fistulom primili su 2000ml tečnosti u protočnoj drenaži. Rezultat ukazuje na činjenicu da količina tečnosti ima uticaja na lokalni nalaz na kraju posmatranog perioda, tj. da je bolji lokalni nalaz kod pacijenta gde je ispiranje žarišta infekcije vršeno većom količinom tečnosti ***(Milankov, 1994)***.

Praćenje CRP-a, kao indikatora aktivnosti inflamatorne reakcije, u zavisnosti od količine primenjene tečnosti u protočnoj drenaži, potvrdilo je značaj primene veće količine tečnosti u sistemu. Preoperativno prosečna vrednosti CRP prve grupe, gde je korišćeno 2000 ml/dan fiziološkog rastvora, iznosila je 8,30 mg%/l, a u drugoj grupi, gde je primenjivano 6000 ml/dan,



Grafikon 1

7,35 mg%/l. Mada su prosečne vrednosti u drugoj grupi nešto niže, izmedju ovih vrednosti nema statistički značajne razlike, odnosno, u obe grupe preoperativno lečenje je započeto sa približno istim prosečnim vrednostima ***(Milankov, 1994)***.

Kod bolesnika obe ispitane grupe utvrdjen je, trećeg postoperativnog dana, značajan skok prosečnih vrednosti CRP-

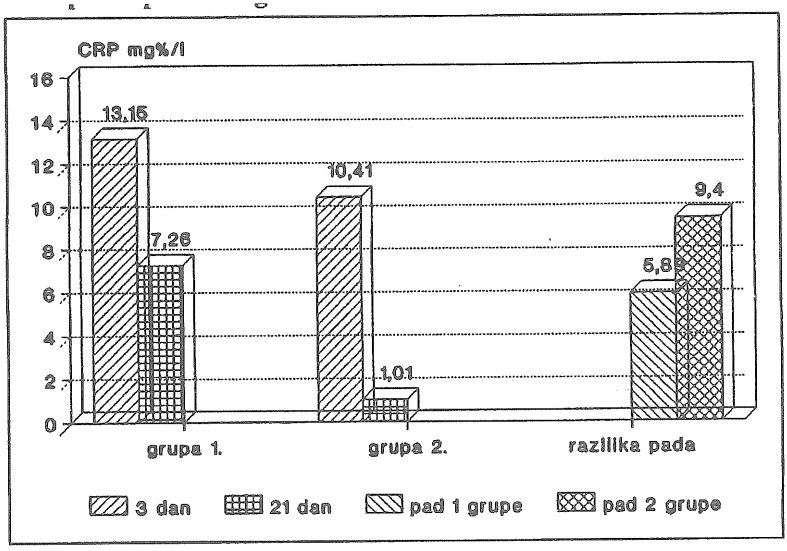
a u krvi, 13,13 mg%/l i 10,41 mg%/l, sa statistički značajnom razlikom. Operativni zahvat predstavlja agresiju na organizam u celini, i praćen je krvarenjem u manjoj ili većoj meri, što dovodi do aktiviranja imunološkog sistema i naglog porasta titra CRP-a u krvi (***Thelander i sar. 1989; Kallio i sar. 1990***). Ovaj skok, smatraju Rijsen i saradnici (***Rijssenne, 1990***), ne zavisi od starosti pacijenta, dužine operacije, gubitka krvi, primenjenih lekova i vrste anestezije.

Prosečne vrednosti CRP-a bile su niže u drugoj posmatranoj grupi (6000 ml/dan) gde je korišćena veća količina tečnosti u protočnoj drenaži, što je, najverovatnije, posledica boljeg ispiranja rane, odnosno uklanjanja krvnog koaguluma, gnoja, sitnih sekvestara kosti i detritusa tkiva.

U daljem toku ispiranja prosečne vrednosti CRP-a su opadale u obe grupe, i to znatno više i brže u drugoj, sa statistički značajnom razlikom izmedju prosečnih vrednosti CRP-a pri svakom vadjenju krvi. Izgled dobijene krive vrednosti CRP-a, kao i postojanje stalne statistički značajne razlike u prosečnim vrednostima CRP-a pri svim kontrolama posle operacije i postavljanja drenaže, ukazuje da je jedan od osnovnih faktora koji utiče na efiksanost protočne drenaže količina primenjene tečnosti, odnosno brzina ispiranja osteomijelitičnog žarišta.

Na osnovu analize prosečnih vrednosti titra CRP-a u krvi uočeno je da se već trećeg postoperativnog dana (druga kontrola) registruje statistički značajan efekat različitog režima

drenaže. Za precizniju procenu stvarnog efekta različitih procedura proverena je razlika izmedju prosečnog pada vrednosti CRP-a izmedju druge i osme analize krvi. U prvoj grupi vrednost



Grafikon 2

CRP-a je u proseku opala za 5,88 mg%/l, a u drugoj grupi je taj prosečni pad bio 9,40 mg%/l. Razlika od 3,52 mg%/l u korist druge grupe je statistički značajna (t=2,22; p=0,03) i ukazuje na bolji efekat druge procedure. Da bi se dobila realna slika stvarnog efekta različitih procedura proverena je razlika izmedju prosečnog pada vrednosti CRP-a trećeg postoperativnog dana (druga kontrola) i 21. postoperativnog dana (osme kontrola). U prvoj grupi (2000 ml/dan) vrednost CRP-a je u proseku opala za 5,88 mg%/l, a u drugoj grupi (6000 ml/dan) je taj prosečni pad bio 9,40 mg%/l. Razlika od 3,52 mg%/l u korist druge grupe

(6000ml/dan) je statistički značajna (t=2,22; p=0,03) i ukazuje na bolji efekat ispiranja osteomijelitičnog žarišta većom količinom fiziološkog rastvora.

Dvofaktorskom analizom varijanse proveren je uticaj faktora dužine drenaže (bolesnici podeljeni u tri grupe prema trajanju ispiranjai) i količine tečnosti (dve grupe: 2000ml/dan i 6000 ml/dan) na vrednosti CRP-a za svaku od osam kontrola, kao i interakcija ovih dvaju faktora. Prosečne vrednosti titra CRP-a u krvi ne razlikuju se statistički značajno preoperativno u grupama prema različitoj dužini drenaže (F=0,37; p=0,695; n.s.), kao ni u grupama prema različitoj količini tečnosti (F=0,98; p=0,335; n.s.), niti prema delovanju ovih dvaju faktora u interakciji (F=2,22; p=0,113; n.s.).

Trećeg postoperativnog dana, prosečne vrednosti titra CRP-a u krvi se ne razlikuju statistički značajno ni prema jednom od dva glavna faktora - dužini drenaže (F=2,75; p=0,069; n.s.) i količini tečnosti (F=3,52; p=0,0636; n.s.). Razlika koja je posledica delovanja ova dva faktora u interakciji je značajna, ali na nivou p=0,05 (F=3,28; p=0,0417), tj. prilikom druge kontrole statistički značajno manje vrednosti titra CRP-a u krvi imaju oni ispitanici iz druge grupe (6000 ml/dan) koji su imali trajanje drenaže duže od 7 dana.

Šestog postoperativnog dana prosečne vrednosti CRP-a se statistički značajno razlikuju za grupe prema količini tečnosti (F=11,03; p=0,0013), a ne postoji statistički značajna razlika za

grupe prema dužini drenaže (F=0,318; p=0,729; n.s.), niti za grupe dobijene interakcijom ova dva faktora - kombinacijom količine tečnosti i dužine drenaže (F=1,605; p=0,206; n.s.).

Od devetog do 21. postoperativnog dana javlja se isti trend. Registruje se statistički značajna razlika u prosečnim vrednostima CRP-a izmedju grupa koje su tretirane različitim količinama tečnosti, a nema statistički značajne razlike u vrednosti CRP-a kod grupa sa različitim trajanjem ispiranja. Takodje, ne postoji i statistički značajna razlika u vrednostima CRP-a za interakcije količine tečnosti i dužine drenaže. Iz ovog proizilazi da počev od druge kontrole, šestog postoperativnog dana, na prosečnu vednost CRP-a deluje samo količina tečnosti, a ne dužina trajanja drenaže, niti kombinacija dužine trajanja drenaže i količine tečnosti.

Dvofaktorskom analizom varijanse proveren je uticaj dužine trajanja drenaže i količine tečnosti na veličinu prosečnih vrednosti titra CRP-a u krvi, kao i interakcija ovih faktora. Preoperativne prosečne vrednosti titra CRP-a ne razlikuju se statistički značajno u grupama prema dužini trajanja drenaže i prema količini tečnosti, niti prema delovanju ovih dvaju faktora u interakciji. Ovi nalazi pokazuju da su obe grupe bile homogene na početku lečenja.

Trećeg postoperativnog dana, prosečne vrednosti titra CRP-a u krvi se nisu razlikovale statistički značajno u odnosu na dužinu drenaže i količinu tečnosti. Razlika koja nastaje delovanjem ova dva faktora u interakciji ukazuje na statistički

značajno manje prosečne vrednosti titra CRP-a kod bolesnika druge grupe (6000 ml/dan), kod kojih je drenaža trajala 7-10 dana i preko 10 dana. U daljim kontrolama od šestog do 21. postoperativnog dana registrovana je statistički značajna razlika u prosečnim vrednostima titra CRP-a izmedju prve (2000 ml/dan) i druge grupe (6000 ml/dan), dok nije bilo statistički značajne razlike u prosečnim vrednostima titra CRP-a izmedju grupa sa različitom dužinom trajanja drenaže, kao i grupa koje su tretirane različitim količinama tečnosti.

Takodje, nisu utvrdjene statistički značajne razlike prosečnih vrednosti titra CRP-a u krvi za interakcije količine tečnosti i dužine trajanja drenaže. Iz ovog proizilazi da počevši od trećeg postoperativnog dana na prosečnu vrednost titra CRP-a u krvi deluje samo količine tečnosti, a ne i dužina trajanja drenaže, kao ni kombinacija dužine trajanja drenaže i količine tečnosti.

Ovi podaci potvrdjuju značaj primene veće količine tečnosti u protočnoj drenaži, čime se olakšava ispiranje osteomijelitičnog žarišta, uklanjanje tkivnog detritusa, sitnih sekvestara i koaguluma krvi, koji predstavljaju značajnu podlogu za održavanje infekcije.

Protočna drenaža u lečenju koštane infekcije je dopunska metoda i samo u sklopu sa ostalim metodama hirurškog, antibiotskog, imunološkog lečenja, kao i fizikalnog tretmana,

može dovesti do uspeha. Njeno osnovno delovanje je mehaničko ispiranje žarišta infekcije, uklanjanje tkivnog detritusa, sitnih sekvestara kosti, koaguluma i gnoja, uz primenu velike količine tečnosti u toku nekoliko dana.

Dobijeni rezultati u posmatranom istraživanju ukazuju na potrebu primene veće količine tečnosti (6000ml/dan) u trajanju od pet do deset dana, čime protočna drenaža kao dopunska metoda u lečenju infekcije koštano-zglobnog sistema dobija svoje pravo mesto.

LITERATURA

1. Boda A. Adatok az osteomyelitis pathogenesisenek, korlefolyasanak es klinikumanak kerdeseihez. Doktorska disertacija, Budapest, 1973.
2. Boda A. Uber die hydraulischen probleme der sog. Antibakteriellen spuldrainage chirurgister infektionen und osteomyelitischer hohlen. Arch. Orthop. Unfall Chir. 1977; 87: 117-128.
3. Boda A. Antibiotic irrigation-perfusion treatment chronic osteomyelitis. Arch. Orthop. Traumat. Surg. 1979; 95: 31-35.
4. Evrard J. Irrigation continue d'antibiotiques dans le traitement des infections osteo-articulares. In: Evrard J. L'infection en chirurgie orthopedique, Paris, 1987.
5. Bansal PV, Harmit S. Management of chronic osteomyelitis using irrigation suction tehnique. International Orthopaedics (SICOT) 1988; 12: 265-268.
6. Clawson KD, Davis JF, Hansen TS. Treatment of chronic osteomyelitis with emphasis closed suction-irrigation technic. Clin. Orthop. 1973; 96: 88-97.
7. Meyer S, Weiland JA, Willenegger H. The treatment of infected non-union of fractures of long bones. J. Bone Joint Surg. 1975; 57A: 836-842.
8. Oguachuba NH. Use of instillation-suction tehnique in treatment of chronic osteomyelitis. Acta Orthop. Scand. 1983; 54: 542-548.
9.Somer T, Jovanović A, Miličić,A., Fratucan,M.: Naša iskustva u lečenju hroničnog osteita femura, VI Kongres ortopeda i traumatologa Mediterana i Srednjeg istoka, Zbornik radova str. 57-62, Split, 1980.

10. Willenegger H, Roth W. Die antibakterielle spuldrainage chirurgischer infectionen. Deutsch. Med. Woschr. 1962; 87: 1485-1492.
11. Dilmaghani A, Close RJ, Rhinelander WF. A metod for closed irrigation and suction therapy in deep wound infections. J.Bone Joint Surg. 1969; 51A: 323-342.
12. Taylor RA, Maudsley HR. Instilation-suction tehnique in chronic osteomyelitis. J. Bone Joint Surg. 1970; 52B: 88-92.
13. Fernandez-Sabate A, Martinez-Gonzales F. Valor de la fistulographia en el control de las osteitis tratadas con irrigation continua. Radiologia 1972; 4: 259-272.
14. Compere LE, Metger IW, Mitra NR. The 14. treatment of pyogenic bone and joint infections by closed irrigation (circulation) with nontoxic detergent and one and more antibiotics. J. Bone and Joint Surg. 1967; 49A: 614-624.
15. Hagen R. Osteomyelitis after operative fracture treatment. Acta Orthop. Scand. 1977; 49: 542-548.
16.Hedstrom S, Lidgren L, Torholm C, Onnerfalt R. Antibiotic containing bone cement beads in the treatment of deep muscle and sceletal infections. Acta Orthop. Scand. 1980; 51: 863-869.
17. Kelly JP. Osteomyelitis in the adult. Orthop. Clin. North Am. 1975; 6: 983-989.
18. Lidgren L, Torholm C. Intramedullary reaming in chronic diaphyseal osteomyelitis. Clin. Orthop. 1980; 151: 215-221.
19. Milankov M. Metode lečenja inficiranih pseudoartroza I osteomijelitisa, Magistarski rad, Novi Sad, 1988.
20. Kelly JP. Infected nonunion of the femur and tibia. Orthop. Clin. North. Am. 1984; 15: 481-490.
21. Gustilo BR. Management of infected nonunion. In: Evarts MG. Surgery of the musculosceletal system. Churchil Livingstone, New York, 1983.
22. Kelly JP, Fitzgerald HR, Cabanela EM, Wood BM, Cooney PW, Arnold GP, Irons BG. Results of treatment of tibial and femoral osteomyelitis in adults. Clin. Orthop. 1990; 259: 295-303.
23. Kawashima M, Tamura H, Yoshimura O, Ihara H, Morita H, Torisu T. A new instrument for slosed irrigation-suction treatment. J. Jpn. Orthop. Ass. 1983; 57: 643-650.
24. Dombrowsju TE, Dunn WA. Treatment of osteomyelitis by debridement and closed wound irrigation-suction. Clin. Orthop. 1966; 42: 215-231.
25. Fernandez-Sabate A, Martinez-Gonzales F. Valor de la fistulographia en el control de las osteitis tratadas con irrigation continua. Radiologia 1972; 4: 259-272.
26. Ellitsgarden N, Andersson PA, Hvitfeldt J, Jorgensen M. Erythrocite sedimentatio rate and reactive protein values hip fracture. Acta Orthop. Scand. 1990; 61(Suppl 239):13.
27. Rijssen H, Dieyen-Visser PM, Tempel H. C-reactive protein changes folowing total hip and knee replacement for rheumatoid arthritis, po-

lymialgia rheumatica, and arthrosis. Acta orthop. Scand. 1990; 61(Suppl.239): 34.
28. Alato K, Osterman K, Peltola H, Rasanen J. Changes in erytrocyte sedimentation rate and c-reactive protein after hip arthroplasty. Clin. Orthop. 1984; 184: 118-120.
29. Thelander U, Larsson S, Friberg S. C-reactive protein (crp) levels folloving elective orthopaedics surgery. Acta Orthop. Scand. 1989; 60(Suppl. 231): 48-50.
30. Kallio P, Michelsson J, Lalla M, Holm T. C-reactive protein in tibial fractures. J. Bone Joint Surg. 1990; 72B: 615-617.

Eksperimentalno istraživanje delovanja protočne drenaže

Milankov Miroslav
Bukurov Maša

Eksperimentalna hidrodinamička istraživanja protočne drenaže do sada je vršio samo Boda (1973, 1977, 1979). Svoje rezultate objavio je tokom sedamdesetih godina. Iako je primena protočne drenaže ušla u rutinsku kliničku praksu lečenja koštane infekcije, dalja istraživanja, osim Turčića (1988), u tom pravcu nisu vršena.

Tehnika vizuelizacije

Modelsko istraživanje vezano za ispitivanje delovanja protočne drenaže, sastoji se u vizuelizaciji strujanja, koja se može definisati kao vizuelno odredjivanje strujnog polja fluida. Ponašanje strujanja prvi je uočio Leonardo da Vinči. On je skicirao profil slobodnog mlaza i formacije vrtloga nastalih pri iznenadnoj ekspanziji, te izložio korist od letećih čestica za osmatranje strujnog toka.

Prva naučna primena tehnike strujne vizuelizacije vezana je za Rejnoldsa (***Raynolds, 1883***), koji je ubacio tanku nit tečnosti u boji u tekuću vodu unutar druge staklene cevi, da bi demonstrirao prelaz iz laminarnog u turbulentni tok. Ove dve tehnike su i danas najpopularnije, mada je mnogo egzaktnija metode holografska interferometrija. Pojavom lasera i mikroprocesora, započela je revolucija na polju strujne vizualizacije.

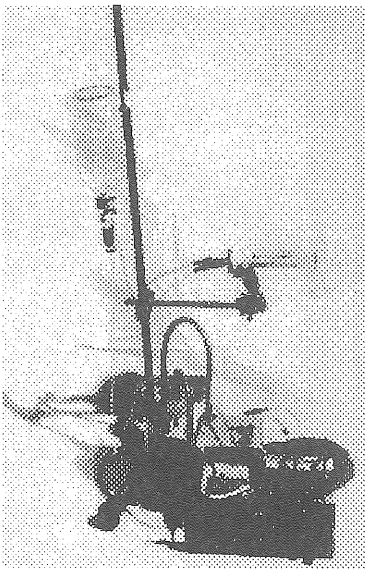
Ubacivanje boje je najstarija tehnika vizualizacije strujanja. Zasniva se na fenomenu selektivne absorpcije bele ili monohromatske svetlosti. Mada je ubacivanje boje u tok struje tečnosti prividno jednostavno, mora se voditi računa da gustina boje bude dovoljno bliska gustini tečnosti i da brzina ubacivanja boje bude dovoljno mala da bi poremećaj strujnog polja bio zanemarljiv. Boja se može uvoditi uzvodno od aparata, u komoru za mešanje, u struju tečnosti koja ulazi u cev ili u granični sloj struje upotrebom hipodermičke igle. Mada su boje za hranu najpopularnije, u širokoj primeni su mastilo, tuš i pigmenti. Primena tehnike ubacivanja boje je jednostavna, a rezultati očigledni. Ona ne zahteva neke specijalne uslove, a pruža mogućnost da se na prilično jednostavan način vidi kretanje fluida uz minimalno uznemiravanje strujnog polja.

Model ograničenog prostora

Na osnovu iskustva za model ograničenog prostora uzeta je staklena boca cilindričnog oblika. Iako je u stvarnim uslovima osteomijelitična šupljina nepravilnog oblika i hrapavija u odnosu na zidove staklene boce, presudna je bila mogućnost vizueliziranja kretanja fluida. Unutrašnji prostor rane je potpuno izolovan od spoljašnje sredine, stoga zatvoreni prostor boce odgovara simulaciji u eksperimentu. U rani može da se održava i potpritisak i natpritisak. U slučaju potpritiska unutrašnji prostor može da se smanji ili čak da potpuno nestane. Nasuprot unu-

trašnjem vakumu deluju okolni mišići, fascija, potkožno tkivo i koža, koji ne dozvoljavaju da se šupljina potpuno zatvori. Kada u rani deluje natpritisak, on opterećuje okolno tkivo, i stvara osećaj bolne nadutosti.

Staklena boca zapremenine 0,9 l je hermetički zatvorena gumenim čepom. Kroz gumeni čep su u nju uvedena dva drena: dovodni, promera 3 mm sa 10 rupica, i odvodni, debljine 5 mm sa 6 otvora. Boca je postavljena na stalak na visini 1 m od podloge, što odgovara visini ekstremiteta bolesnika u krevetu. Dovodni dren je spojen sa bocom koja se nalazila na visini od 2m, a odvodni je priključen za bocu sa potpritiskom od 400 mbar.

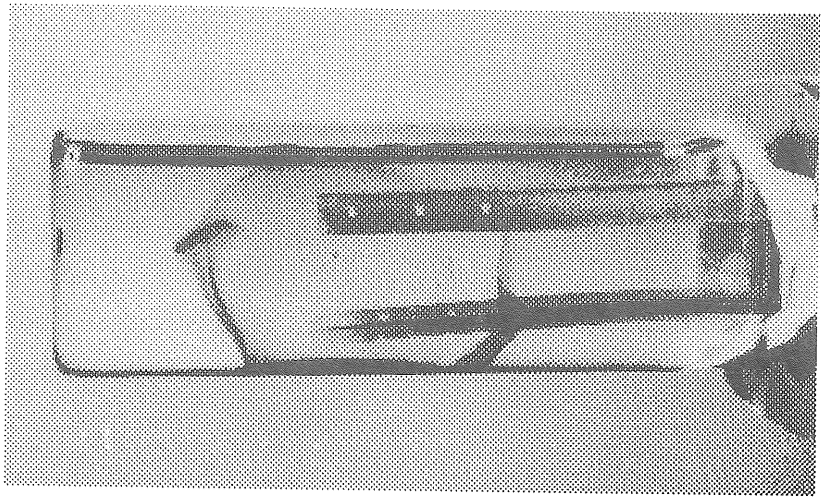


Slika 23

Izvodjenje eksperimenta

Model ógraničenog prostora, boca, postavlja se na stalak visine 1m. Kroz gumeni čep (Slika 23) su uvedeni dovodni i odvodni dren. Boca zapremine 500 ml sa vodom okačena je na

stalak visine 2m i spojena sa dovodnim drenom. Odvodni dren je u prvom eksperimentu spojen sa bocom u kojoj je bio potpritisak od 400 mbar, dok je u drugom i trećem eksperimentu spojen sa kompresorom koji stvara kontinuirani negativan pritisak iste veličine.



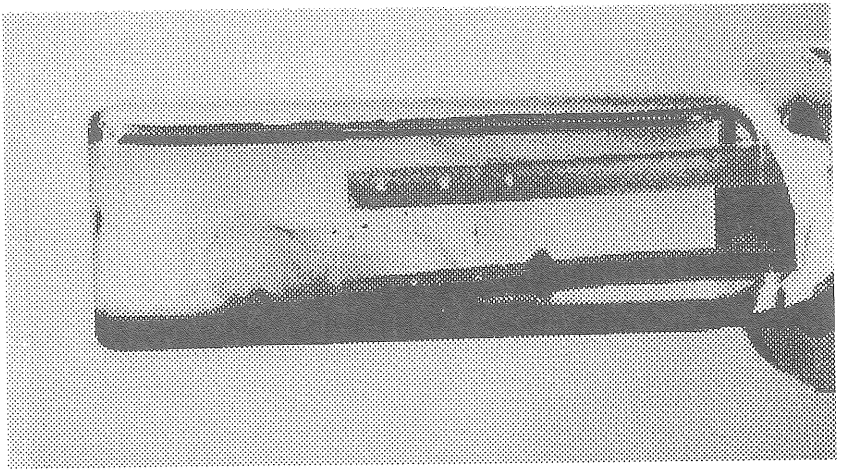
Slika 24

Po uspostaljanju stacionarnih uslova u sistemu protočne drenaže, ubacuje se 1ml mastila u dovodni dren. Posmatra se

i fotografiše kretanje mastila u modelskoj boci. Fotografije se prave u trenutku ulaska mastila u bocu, posle 5, 10, 30 i 60 minuta. Svaki eksperiment traje 12 časova, iako posle jednog sata više nema promena u kvalitetu ispiranja modelske boce.

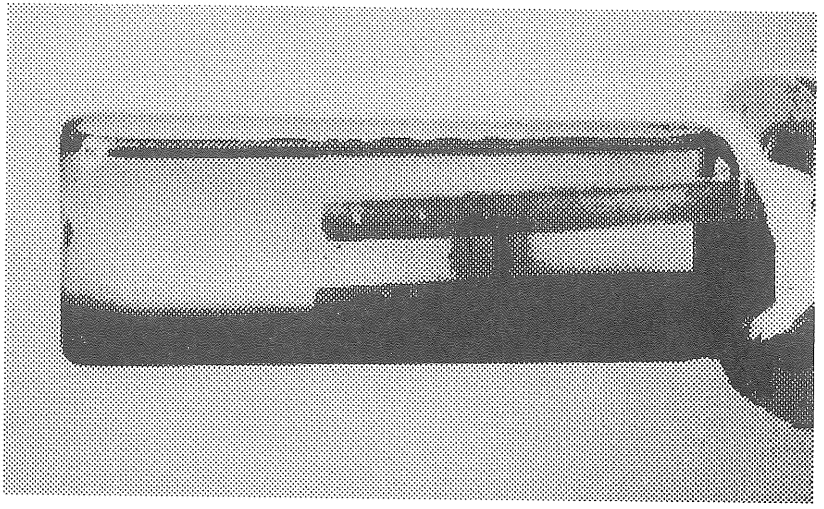
Protočna drenaža sa 2000 ml tečnosti

U prvom eksperimentu protok tečnosti je oko 80 kapi u minuti, što odgovara količini od 2000 ml za 24 časa. Dovodni dren, promera 3 mm sa 10 rupica, postavlja se u donjem delu boce, a odvodni, debljine 5 mm sa 6 otvora, u gornjem delu boce.



Slika 25

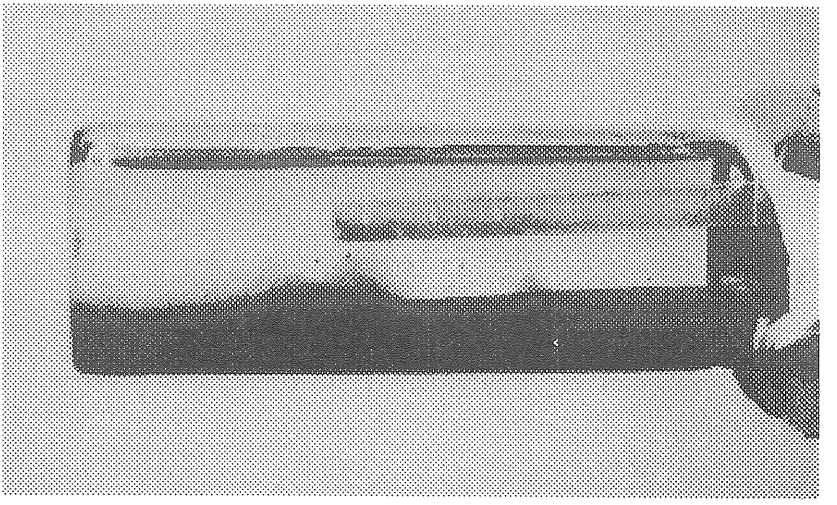
Uključivanjem dovoda i odvoda boca se napuni tečnošću, ali ne u potpunosti. Zaostaje jedan manji vazdušni džep. Kada su dobiju stacionarni uslovi rada, u komoru dovodnog drena ubacuje se 1 ml mastila. Konstatuje se da mastilo polako ulazi u bocu, najviše kroz rupice drenova koji su najprok-



Slika 26

simalnije, i ubrzo potom se taloži na dno (Slika 24). Sa hidrodinamičkog stanovišta delovanja protočne drenaže, značajne su i karakteristike samih drenova, odnosno položaj i veličina rupica na drenovima. Kod punog strujanja tečnosti kroz dren koji ima otvore istog promera na jednakim rastojanjima, jačina strujanja

kroz perforirana mesta na drenu (rupice) slabi prema kraju drena (***Boda,1973***). To se može naročito dobro uočiti u eksperimentu, pri korišćenju manje količine tečnosti (2000 ml/dan). Zbog toga se dešava da kroz krajnje otvore na ulaznom drenu, koji obično leže u centru osteomijelitičnog žarišta, jačina stru-

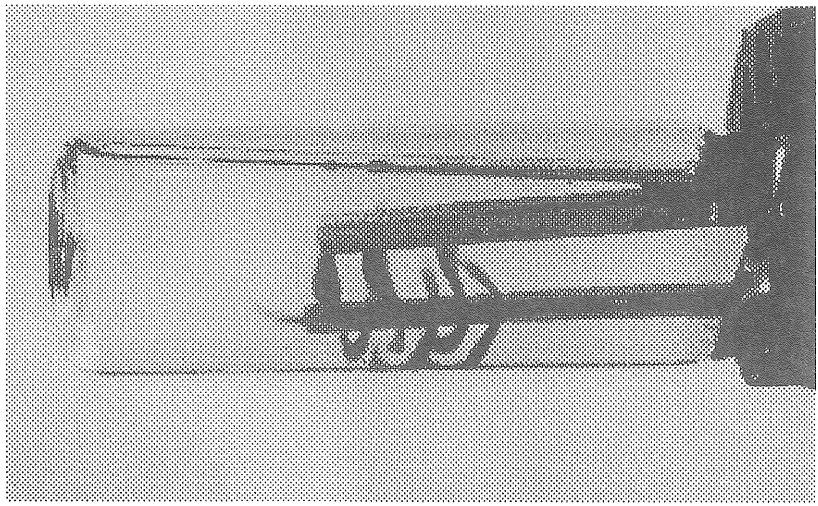


Slika 27

janja bude jednaka nuli. Isto pravilo važi i za izlazni dren, jačina negativnog pritiska je najveća kod rupica koje su bliže aparatu za sukciju.

Nakon pet minuta od početka eksperimenta oko otvora na koji izlazi mastilo formirao se prsten, a na dnu boce počinje stvaranje taloga (slika 25).

Po isteku desetog minuta svo mastilo koje je ušlo u bocu se istaložilo u donjim partijama boce, dok je gornji deo potpuno obezbojen (Slika 26). Snimak načinjen nakon 30 minuta prikazuje stacionarno stanje sa talogom. Ovo ukazuje na nedovoljno ispiranje boce, odnosno na postojanje delova boce koji se ne ispiraju dovoljno ili se uopšte ne ispiraju (Slika 27). U kliničkim uslovima ispiranje osteomijelitične šupljine je još slabije, zbog neravnina i postojanja "džepova". Najpovoljniji

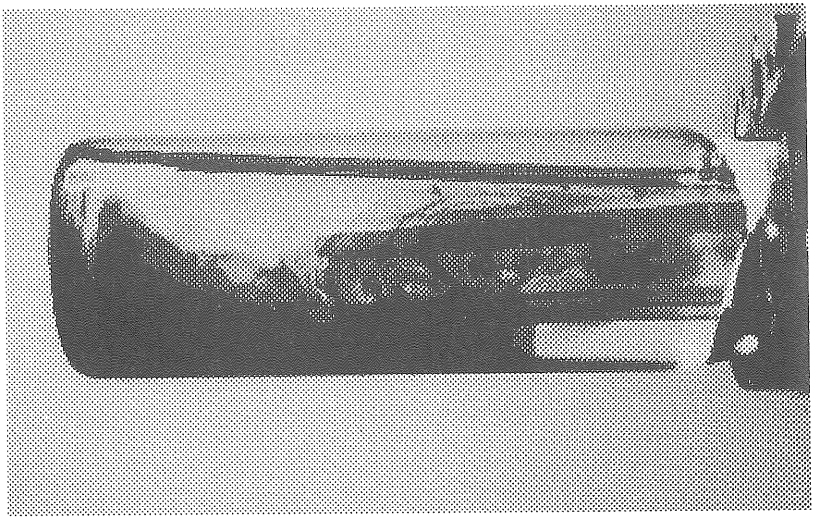


Slika 28

terapijski efekat bi se postigao u slučaju da tečnost značajnije ispira zidove šupljine, što se teško postiže eksperimentalnim uslovima, naročito pri primeni male količine tečnosti.

U najnižim partijama modelske boce vidi se sloj mastila, što ukazuje na nejednako i nedovoljno ispiranje.

Sličan ekeperimentalni rezultat dobio je Turčić (1988) utvrdivši statistički značajnu razliku u koncentraciji bakterija sa područja koja su bliže najkraćem zamišljenom pravcu dovodni-

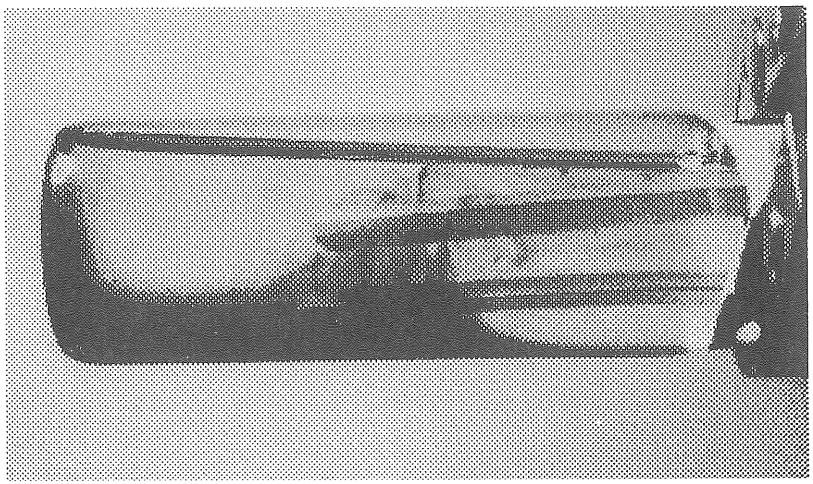


Slika 29

odvodni dren i sa područja koja su udaljena od njega. Koncentracija bakterija u 1 ml tečnosti, na udaljenijim područjima su značajno veće od onih bliže drenovima, što ukazuje na nejednako ispiranje modelske boce.

Protočna drenaža sa 6 000 ml tečnosti

U sledećem eksperimentu povećan je protok na oko 240 kapi u minuti (6 000 ml/dan). Drenovi su postavljeni kao i u prvom eksperimentu: dovodni, promera 3 mm sa 10 rupica, u donjem delu boce, a odvodni, debljine 5 mm sa 6 otvora, u

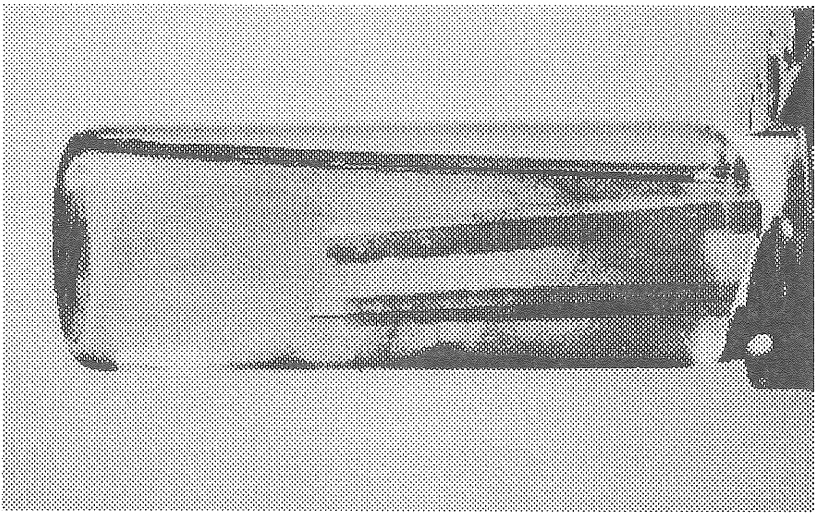


Slika 30

gornjem delu boce. Odvodni dren je spojen sa aparatom za stvaranje konstantnog potpritiska od 400 mbar. Kada je uključen dovod i odvod boca se puni tečnošću, ali ne u potpunosti, pošto je stalno zaostaje jedan manji "džep" vazduha. Po

uspostavljanju stacionarnih uslova rada, u komoru dovodnog drena se ubacuje 1 ml mastila koje brzo ulazi u bocu kroz proksimalne otvore dovodnog drena.

Prva slika načinjena po ubacivanju mastila prikazuje da ono izlazi kroz sve otvore na drenu (Slika 29). Nakon pet minuta javlja se difuzno zamućenje mastilom koje je značajnije u odnosu na prvi eksperiment (Slika 29). Posle deset minuta počinje



Slika 31

obezbojavanje gornjeg dela boce oko odvodnog drena (Slika 30). Konstatuje se sedimentiranje mastila u donjim partijama boce koji su udaljeni od drenova. Ovo taloženje je znatno manje

u odnosu na prethodni eksperiment pri brzini ispiranja od oko 80 kapi u minuti. Poslednji snimak u ovoj seriji (nakon 30 min.) prikazuje obezbojavanje tečnosti u boci, odnosno postojanje manjih tragova mastila samo u proksimalnom delu boce kao i najnižim njenim delovima. U daljem toku dolazi do kompletnog nestanka mastila kroz odvodni dren (Slika 31).

U drugom eksperimentu, kada je povećan je protok tečnosti koji je iznosio oko 240 kapi u minuti, odnosno 6000 ml/dan, mastilo je ulazilo kroz sve otvore na dovodnom drenu, nešto više u proksimalnijim otvorima. Potom nastaje difuzno zamućenja boce u dve trećine njene zapremine. Neobojen je ostao deo boce koji je udaljen od rupica drenova. U daljnjem toku počinje postepeno obezbojavanje gornjeg dela boce oko odvodnog drena, dok u donjim partijama boce dolazi do sedimentiranja mastila. Količina istaloženog mastila znatno je manja nego u prvom eksperimentu gde je korišteno 2000 ml/dan tečnosti. Na kraju eksperimenta, dolazi do obezbojavanja tečnosti osim u proksimalnom delu i najnižim partijama boce.

Povećanjem brzine strujanja u drenu (240 kapi u minuti), nakon postizanja odredjenog nivoa, ono prelazi iz laminarnog u turbulentno vrtložno strujanje. Kod turbulentnog strujanja nastupa potpuno nepravilno kretanje elemenata tečnosti, sa mešanjem tečnosti, pošto brzina pored komponente u smeru ose kretanja ima i bočne komponente. Time je mešanje mastila više izraženo i ono boji celu bocu, što ukazuje na njeno bolje ispiranje.

Primena veće količine tečnosti (6000 ml/dan) u odnosu na uobičajenu (2000 ml/dan) pokazala je bolje efekte ispiranja eksperimentalne boce, odnosno stvaranje manje količine sedimenta mastila. Medjutim, ni u ovom slučaju ispiranje boce nije bilo potpuno, što je utvrdio i Turčić. On je konstatovao da nema statistički značajne razlike koncentracija bakterija u pojedinim delovima, boce pri različitim brzinama protoka.

Diskontinuirana protočna drenaža

Uočeni problemi u funkcionisanju protočne drenaže, u kliničkom radu i pri izvodjenju eksperimenta sa 2000 ml/dan i 6000 ml/dan, rešeni su dinamičkim ispiranjem, što podrazumeva upotrebu kinetičke energije mlaza fiziološkog rastvora za odstranjivanje tkivnog detritusa, krvnih koaguluma i sitnih sekvestara kosti osteomijelitične šupljine. Radi efikasnijeg ispiranja žarišta infekcije (osteomijelitične šupljine) mogu se koristiti efekti: kinetičke energije slobodnog mlaza, delovanja mlaza (ravanskog) u blizini čvrste površine i delovanja mlaza u ograničenom prostoru.

Sistem diskontinuirane protočne drenaže se sastoji od dovodnog drena sa posebno konstruisanom mlaznicom na kraju, odvodnog drena, kompresorske jedinice za stvaranje diskontinuiranog potpritiska i natprtiska i tajmera.

Kompresorska jedinica

Izbor kompresora odredjen je potrebom za isključivo čistim vazduhom bez primesa (para ulja za podmazivanje, vode, prašine ili drugih nečistoća). Čist vazduh je neophodan pošto

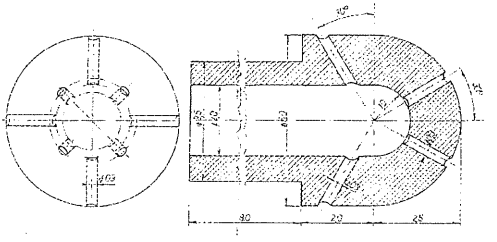
	priključci kombinacije	protok l/h	napor Pa
radne jedinice	1	-18	-53340
	6	+18	+15340
	1+6	18	-7300 +7200
dve paralelno vezane jedinice	1+2	-30	-14500
	6+7	+30	+14500
	(1+2)+6	-30 +18	-14500 +15340
	(1+2)+(6+7)	28	-700 +700
dve redno vezane jedinice	1+6+2+7	-20	-25350
	6+1+7+2	+20	+25350
tri paralelno vezane jedinice	1+2+3	-40	-14100
	6+7+8	+40	+14100
	(1+2+3)+9	-40 +18	-14100 +15340
	(7+8+9)+4	+40 -18	+14100 -15340
tri redno vezane jedinice	1+6+2+7+3+8	-22	-29350
	6+1+7+2+3	+22	+29350
	(1+6+2+7+3+8)+4	-22 +18	-29350 +15340
četiri paralelno vezane jedinice	1+2+3+4	-48	-13500
	6+7+8+9	+48	+13500

Tabela 6

se uduvava u bocu sa sterilnim fiziološkim rasvorom, kojim se vrši ispiranje osteomijelitične šupljine.

Svojstva i efekti mlaza za dinamičko ispiranje uslovljavaju izbor membranskog kompresora, kao optimalnog rešenja. Potreban natpritisak do 20000 Pa i protok opsega 50 l/h zadovoljavaju membranski kompresori koji se upotrebljavaju za aerizaciju vode u akvarijumima. Ovi kompresori mogu biti jednostrukog i dvostrukog dejstva. Sabijanje vazduha se dobija dejstvom oscilatornog kretanja elastične gumene (metalne) membrane. Protok zavisi od sekundnog broja oscilovanja membrane, a pritisak od amplitude njenog oscilovanja.

Kompresor se sastoji od elastične gumene membrane, kotve permanentnog magneta, koja je spojena sa središnjim delom gumene mebrane i elektromagneta u kojem se stvara naizmenična promena magnetnog polja koje deluje na magnete kotve.



Slika 32

Membranski kompresor se sastoji od dve jedinice. U uredjaju se nalaze dve baterije. Sve jedinice su istih hidrodinamičkih performansi. Baterije se postavljaju

jedna iznad druge, tako da su sa jedne strane priključci sa potpritiskom, a sa druge strane priključci sa natpritiskom.

Vazduh koji se sabija ulazi u prostor sabijanja kroz usisni ventil. Sabijeni vazduh izlazi kroz potisni ventil. Oba ventila su smeštena u kućištu kompresora. Ulazni i izlazni priključci kompletiraju ovaj jednostavan i efikasan mehanizam.

Kompresor se sastoji od dve baterije sa po dve jedinice. Svaka od kompresorskih jedinica ima po jedan vod sa natpritiskom i jedan vod sa potpritiskom. Postoji mogućnost prespajanja tih vodova u cilju dobijanja većeg pritiska ili većeg protoka,

komp. Jedinice	1	2	3	4	5	prekidni režim
jedna	0,8	1200	3,44	7,000	5348	Rejlijev
jedna	0,5	850	2,43	1,820	1046	Rejlijev
jedna	0,3	600	2,15	0,548	295	Rejlijev
jedna	0,15	230	0,82	0,047	11	Atomiza.
Dve redno	0,5	1850	5,30	3,370	4965	Rejlijev
dve redno	0,3	700	2,51	0,576	402	Rejlijev
dve redno	0,15	280	1,01	0,057	16	Atomiza.

Tabela 7

u zavisnosti od toga da li je veza redna ili paralelna. Uz kompresor se nalaze i dva vremenska releja koja omogućavaju prekidan rad kompresora.

Protoci i napori kompresorskih jedinica i baterija, prema navedenim kombinacijama dati su na tabeli 6. Protoci su mereni

za kombinacije spojenih vodova sa približno istim padovima pritiska, odnosno istim linijskim i lokalnim gubicima.

Paralelna veza tri i četiri jedinice u svrhu ubrizgavanja nije upotrebljavana. Sve ostale varijante uz kombinacije koje nisu ovde navedene takodje mogu biti upotrebljene.

Mlaznica

Glava sa mlaznicom predstavlja osnovni deo za ubacivanje fiziološkog rastvora u šupljinu. Tokom ispitivanja napravljeno je nekoliko varijanti. Osnovno je da njen prečnik ne sme preći dimenzije spoljnog prečnika dovodnog drena. Preovladalo je mišljenje da je na glavi potrebno postaviti šest mlaznika od kojih su tri usmerena napred, a tri nazad, svi pod uglom od 30 stepeni u odnosu na vertikalu (Slika 32).

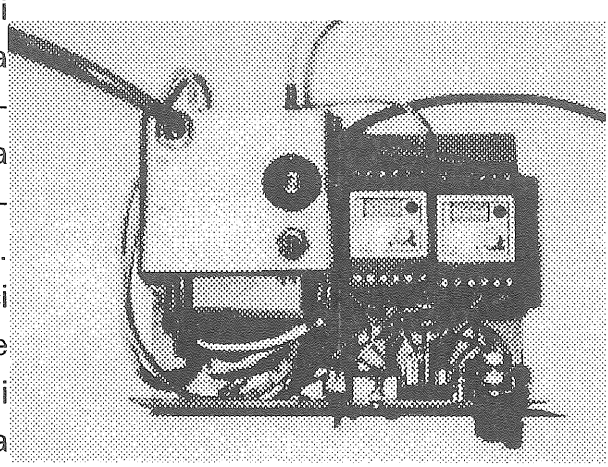
Iako svi mlazevi nisu iste jačine (dometa), na bliskim rastojanjima od nekoliko milimetara (do santimetra) njihovi efekti su istog reda, tako da se ova orijentacija može prihvatiti. Jačine mlazeva su različite zbog toga to mlazevi koji su povijeni unazad gube više energije jer su im lokalni gubici neposredno pre mlaznika veći.

Merenje hidrodinamičkih parametara usamljenog mlaznika svodilo se na odredjivanje dometa mlaza i njegove konfiguracije za različite veličine i oblike mlaza. Mlaz zadržava kompaktan oblik (bez rasprskavanja na većem delu puta) ukoliko su otvori mlaznika veći od 0,3 mm. Dužina puta je srazmerna

raspoloživom pritisku, odnosno brzini na izlasku iz mlaznika. Ovi mlazevi spadaju u Rejlijev prekidni režim mlaza.

Mlaznice sa manjim otvorom, promera 0,1-0,15 mm, formiraju mlaz sa znatno kraćim dometom i tendencijom raspr-skavanja na rastojanju od 10-20 prečnika otvora mlaznika. Protok koji ostvaruje jedna kompresorska jedinica je velik, pa su veliki i otpori, lokalni i linijski. Blaži prelazni oblici i kraća uzdužna dimenzija grla mlaznika smanjila bi ove gubitke, čime bi se dobio mlaz (mlazevi) koji bi zbog malog protoka bio upotrebljiv.

Na tabeli 7 dati su osnovni podaci o nekoliko vrsta slobodnih mlazeva. Kombinacijom kompresorskih jedinica i veličina mlaznika moguće je dobiti širok opseg mlazeva pogodnih za dinamičko ispiranje. Pojedinačni protoci pokazuju da se može kombinovati snop mlazeva nevelikih protoka pogodnih za duža vremenska ispi-



Slika 33

ranja, bez utroška velikih količina fiziološkog rastvora. Tako, npr. mlaznicom prečnika 0,15 mm, koja ima protok od 0,05 l/h, količina od 10 litara tečnosti upumpavaće se kroz glavu sa 8 mlaznika neprekidno tokom 24 časa. Iako je dinamička sila ovakvih mlazeva mala, njihovo neprekidno dejstvo bi znatno intenziviralo cirkulaciju fluida unutar šupljine.

Ispitivanje glave sa šest mlaznika čiji su izlazni prečnici 0,3 mm, koja je povezana na dve redno spojene kompresorske jedinice, pokazuje da su dometi napred usmerenog mlaznika 75 cm, a unazad usmerenih mlazeva 30 cm, u vazdušnoj sredini. Zbog razlike u gustini vazduha i vode (oko 800 puta) i brzine mlaza u vazduhu i vodi (oko 10 puta), sila mlaza je u tečnoj sredini manja za oko 80000 puta. Medjutim, dejstvo tečnog mlaza u prostoru ispunjenom tečnošću izaziva sekundarno strujanje znatno većih količina okolne tečnosti.

Mlaznik prečnika 0,3 mm pokazao se kao najpogodniji za korišćenje. Njegova dinamička sila je znatno veća u odnosu na mlaz prečnika 0,15 mm (20 puta), a deset litara rastvora kroz njega istekne tokom 20 časova. U kombinaciji sa šest mlaznika efektivno vreme ispiranja tokom 24 časa iznosi 3,42 časa, odnosno 14,16 % (1 minut rada na svakih 7 minuta pauze). Tokom većeg dela vremena od jednog minuta, delovanje mlazeva uspostavlja se stacionarnim režimom sa nominalnim

parametrima mlazeva. Ostale, ovde navedene i nenavedene mogućnosti ukazuju na moguće varijacije.

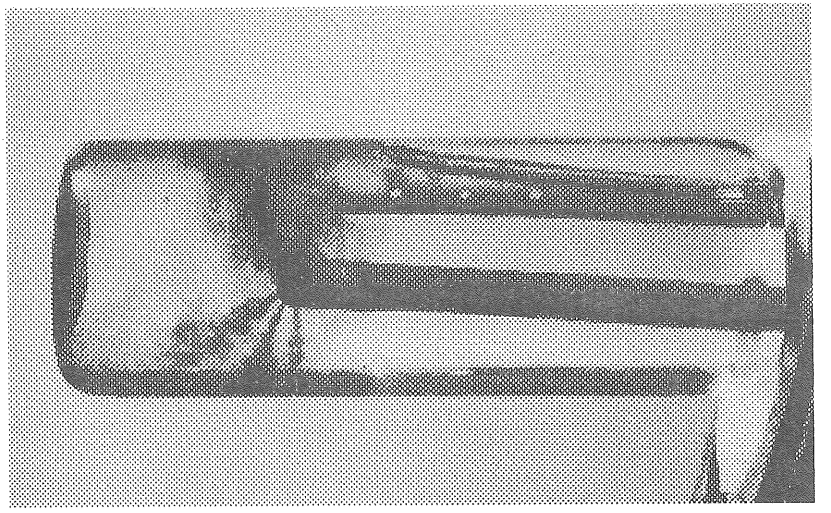
Rad uredjaja

Vod iz kompresora koji je sa natpritiskom, ulazi u bocu sa fiziološkim rastvorom. To se ostvaruje tako što se vod nastavlja na injekcionu iglu koja je postavljena u debeli gumeni čep boce sa fiziološkim rastvorom. Time se povećava pritisak u boci i omogućava da kroz drugi vod potekne fiziološki rastvor, pod pritiskom, prema mestu ispiranja. Ovaj vod se završava mlaznicama koje su smeštene u posebnoj teflonskoj glavi. Njih ima šest, a rasporedjene su tako da mlazevi deluju po celoj zapremini boce, odnosno osteomijelitične šupljine.

Glava sa mlaznicama se nalazi na kraju potisnog voda i svojim gabaritima ne odstupa od spoljašnjeg prečnika korišćenog silikonskog drena. Vod sa potpritiskom, koji se stvara u kompresoru, pruža se do vakuum boce, dobro zaptivene plastične posude. Iz te boce kreće drugi vod koji se završava drenom prečnika 5 mm sa 6 otvora koji se završava u donjem delu boce ili osteomijelitične šupljine, i ima zadatak da usisava tečnost. Oba drena su nepokretna za vreme procesa ispiranja (Slika 33).

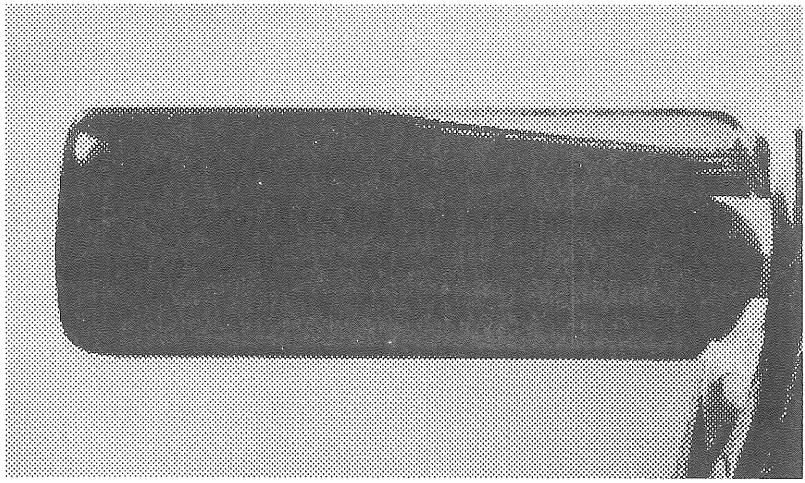
Posle uspostavljanja stacionarnih uslova u boci u komoru dovodnog drena ubačen je 1 ml mastila. Uključivanjem

kompresora, koji je regulisan tajmerom vazduh ulazi u bocu sa fiziološkim rastvorom stvarajući natpritisak koji gura tečnost kroz cevi drenova prema boci. Istovremeno stvara se i potpitisak u boci koja je spojena za odvodni dren. Mastilo koje se nalazilo u dovodnoj komori kreće prama mlaznici i ulazi u bocu kroz dren koji je postavljen dole. (Slika 34).



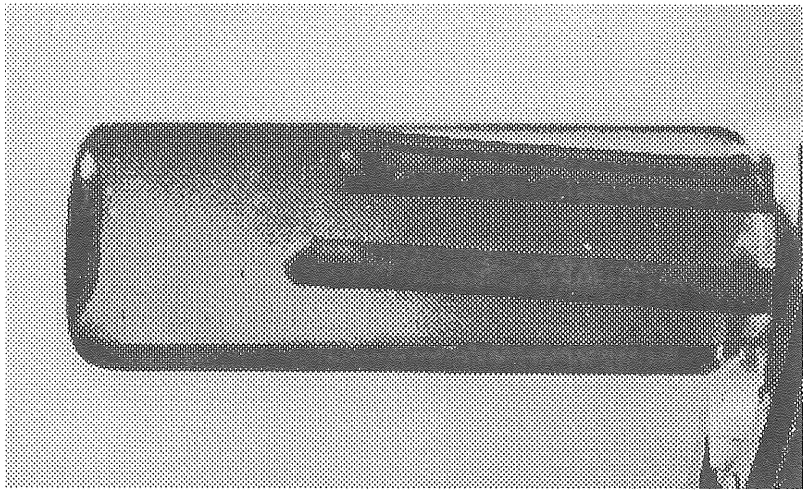
Slika 34

Mastilo se širi u svim pravcima boce i meša sa tečnoću. Posle 5 sekundi prestaje da radi kompresor. I dalje mastilo lagano ulazi u bocu, ali sada znatno sporije, sve dok se ne izjednači pritisak u boci sa fiziološkim rastvorom u modelskoj boci (Slika 35). To traje oko 1 minut. Ponovnim uključivanjem



Slika 35

kompresora tečnost iz boce sa fiziološkim rastvorom, zbog

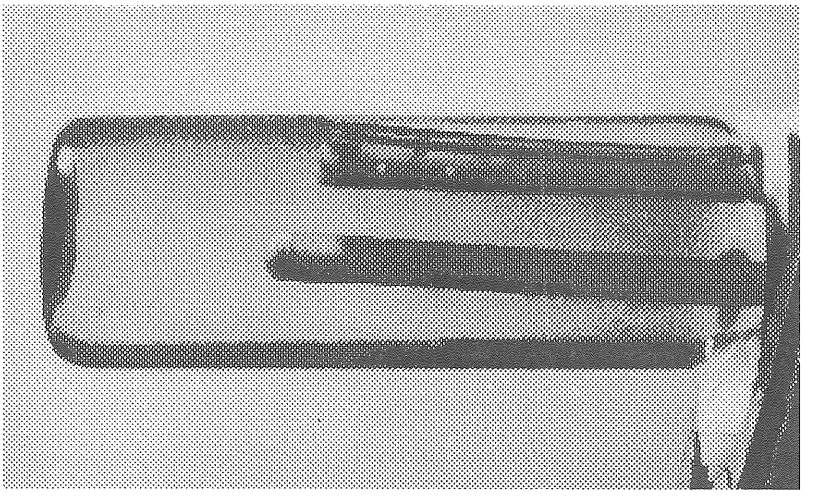


Slika 36

povećanja pritiska u njoj, ulazi u modelsku bocu. Nastaje turbu-

lentno kretanje tečnosti u boci koja postaje jednako obojena mastilom, bez stvaranja džepova neobojene tečnosti ili taloga mastila (Slika 36).

U sledećem ciklusu uključivanja rada kompresora tečnost u boci postaje svetloplava. Posle nekoliko ovakvih ciklusa tečnost u boci je potpuno bistra bez taloga u bilo kom delu eksperimentalne boce (slika 37).



Slika 37

U trećem eksperimentu prilikom korišćenja diskontinuirane protočne drenaže, odnosno primene mlaznice i kompresora, mlazevi mastila su izlazili u svim pravcima i obojili su bocu

ravnomerno, a kasnije je izbistrili, bez prisustva taloga u najnižim partijama modelske boce. Mlaznica je omogućila ravnomernu disperziju mastila,

Vizuelizacija strujanja pokazala je da se osnovno i sekundarno strujanje potpuno ponašaju prema efektima Koandinog mlaza i mlaza u ograničenom prostoru, što je postignuto ubacivanjem boje (mastila). Na taj način je vrlo uočljivo načinjeno mešanje fluida unutar staklene boce. U zavisnosti od pritiska koji je menjan prespajanjem kompresorskih jedinica, dobijeni su mlazevi različitog intenziteta. Mlazevi pod većim pritiskom izazivali veću sekundarnu struju.

Pošto je osnovna zamisao da uredjaj za dinamičko ispiranje radi sa prekidima, interesanto je posmatranje strujanja prilikom uključivanja i isključivanja kompresora. Primećeno je da usled inercije fluid nastavlja da struji dokle god je pritisak dovoljno visok da se mlaz održi. Taj period nije zanemarljiv, ali pogodnim vremenskim podešavanjem je moguće ostvariti optimalan protok. Pri tome, nestacionarni režim rada ne igra veliku ulogu. Može čak povoljno delovati tako što stvara sekundarna strujanja uz bolje ispiranje svih delova modelske boce.

Dinamičkom diskontinuiranom protočnom drenažom u eksperimentalnim uslovima dobijeni su bolji efekti ispiranja šupljine, bez stvaranja taloga mastila, pa se na taj način uklanjaju uočeni nedostaci uobičajenim načinom protočne drenaže. Nije zapaženo taloženje mastila ni u jednom delu boce, što ukazuje

na bolje ispiranje. Kombinacijom različitih mlaznica, kao i režima rada kompresora ove mogućnosti se mogu još više poboljšati. U daljim ispitivanjima, u kliničkim uslovima, režimi rada i broj mlaznica se dalje mogu razvijati.

Osim hidrodinamskih poteškoća, problemi u funkcionisanju protočne drenaže često nastaju zbog začepljenja odvodnih i dovodnih drenova detritusom, isticanja tečnosti na rani i postoperativnog krvarenja. Deo ovih problema može se eliminisati korektnim postavljanjem drenova u ranu, hermetičkim zatvaranjem operativne rane, proveravanjem funkcionalnosti sistema već u operacionoj sali, a u slučaju većeg krvarenja preporučljivo je prekidanje ispiranja tokom 24 sata. Povećavanje protoka, odnosno količine upotrebljene tečnosti u protočnoj drenaži, omogućava ravnomernije ispiranje osteomijelitične šupljine i smanjuje mogućnost začepljavanja drenova, koje nastaje naročito pri korišćenju manje količine tečnosti.

LITERATURA

1.Cheremisinoff PN. Dinamics of single-fluid flows and mixing. In: Cheremisinoff PN. Encyclopedia of fluid mehanics. Golf Publisching Company, Book Division, Houston, 1986.

2.Bukurov M. Projektovanje I ispitivanje uredjaja za dinamičko ispiranje u internoj medicini. Diplomski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1993.

3.Boda A. Adatok az osteomyelitis pathogenesisenek, korlefolyasanak es klinikumanak kerdeseihez. Doktorska disertacija, Budapest, 1973.

4.Boda A. Uber die hydraulischen probleme der sog. Antibakteriellen spuldrainage chirurgister infektionen und osteomyelitischer hohlen. Arch. Orthop. Unfall Chir. 1977; 87: 117-128.

5.Boda A. Antibiotic irrigation-perfusion treatment chronic osteomyelitis. Arch. Orthop. Traumat. Surg. 1979; 95: 31-35.

6.Milankov M, Krajčinović B, Banić B, Vukadinović S, Jovanović A, Miličić A, Savić D. Lokalna primena antibiotika u terapiji osteomijelitisa. Srp. arh. celok. lek. 1992; 120(Suppl): 11-12.

7.Hedstrom S, Lidgren L, Torholm C, Onnerfalt R. Antibiotic containing bone cement beads in the treatment of deep muscle and sceletal infections. Acta Orthop. Scand. 1980; 51: 863-869.

8.Dilmaghani A. Ergebnisse und efrahrungen bei der behandlung der exogenen chronischen osteomyelitis mit antibacterieller spuldrainage. Z. Orthop. 1980; 118: 200-207.

9.Dilmaghani A, Close RJ, Rhinelander WF. A metod for closed irrigation and suction therapy in deep wound infections. J.Bone Joint Surg. 1969; 51A: 323-342.

10.Kawashima M, Tamura H, Yoshimura O, Ihara H, Morita H, Torisu T. A new instrument for closed irrigation-suction treatment. J. Jpn. Orthop. Ass. 1983; 57: 643-650